10.22092/sppi.2020.121931

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۵، شماره ۲، سال ۱۳۹۸

ارزیابی تنوع ژنتیکی در اکوتیپ‌های وحشی شنبلیله (*Trigonella monantha* C. A. Mey.) بر اساس صفات مورفولوژیکی

Genetic Diversity in Wild Ecotypes of Fenugreek (*Trigonella monantha* C. A. Mey.) Based on Morphological Traits

ندا اسمعیلی‌نژاد حصاروئیه[۱]، فرنگیس قنواتی[۲]، فؤاد مرادی[۳]، جهانگیر عباسی کوهپالکانی[۴] و مجید رحیمی‌زاده[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه باغبانی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، بجنورد، ایران.
۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- استادیار، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۵- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، بجنورد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۶

چکیده

اسمعیلی‌نژاد حصاروئیه، ن.، قنواتی، ف.، مرادی، ف.، عباسی کوهپالکانی، ج. و رحیمی‌زاده، م. ۱۳۹۸. ارزیابی تنوع ژنتیکی در اکوتیپ‌های وحشی شنبلیله (*Trigonella monantha* C. A. Mey.) بر اساس صفات مورفولوژیکی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۵: ۲۳۹-۲۱۱.**

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی برای صفات مورفولوژیکی و نیز تعیین ارتباط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ۴۰ اکوتیپ وحشی شنبلیله (*Trigonella monantha* C. A. Mey.) جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور، موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج پژوهش حاکی از تفاوت معنی‌دار اکوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات کمی در سطح احتمال یک درصد بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد اکوتیپ شماره ۱ (لرستان- ازنا ۱) از لحاظ تعداد ساقه فرعی در گیاه، تعداد برگ تا اولین گل، تعداد برگ در گیاه، وزن ۱۰۰ دانه، طول دمبرگچه، عرض برگچه و عملکرد تک بوته نسبت به سایر اکوتیپ‌ها برتری داشت. ضرایب همبستگی بین صفات کمی نیز نشان داد که تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ در گیاه، وزن ۱۰۰دانه، تعداد نیام در گیاه، طول دمبرگچه، طول دانه و عرض دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در گیاه داشتند. ضریب تنوع شانون برای صفات کیفی نیز تنوع بالایی را برای شکل نیام، رنگ دانه، تزئینات سطح دانه و وضعیت پراکندگی نیام نشان داد. تجزیه رگرسیون گام به گام حضور معنی‌دار وزن ۱۰۰ دانه، تعداد نیام در گیاه، طول دمبرگچه و طول نیام در مدل را نشان داد. تجزیه به عامل‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی قادر به استخراج نه عامل بود که این عامل‌ها مجموعاً ۷۵/۶۶ درصد از واریانس کل را توضیح دادند. بر اساس تجزیه خوشه‌ای برای صفات کمی و کیفی اکوتیپ‌ها به ترتیب در چهار و پنج گروه متفاوت قرارگرفتند. این اکوتیپ‌های وحشی شنبلیله از نظر صفات مورد مطالعه تنوع بالایی داشتند که می‌تواند در تحقیقات به نژادی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: شنبلیله، صفات کمی، صفات کیفی، تعداد برگ در گیاه، وزن ۱۰۰ دانه.

نگارنده مسئول: farangisghanavati@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۱۲۶۰

مقدمه

شـــــــــــــــنبلیله زراعـــــــــــــــــی (*Trigonella fouenum-graecum* L.) گیاهی یکساله و خودگرده‌افشان با کاربرد چند گانه دارویـــــی، غـــــذایی و مرتعـــــی اســـــت (Afshari *et al.,* 2009). از جمله مصارف آن در درمان بیماری‌های دیابت، نقرس، سردرد، ناشنوایی، طاسی، زخم‌های دهان، درد شکم، مشکلات کلیه، فتق، بیماری‌های قلبی، طحال، جلوگیری از سرطان پستان و افزایش شیردهی می‌باشد (Fallah Huseini *et al.*, 2006; Karimian *et al.*, 2013; Farhadi *et al.*, 2015; Singh and Kakani, 2017)

برگ و دانه این گیاه استفاده می شود، از این رو دانستن عملکرد رویشی و زایشی برای آن اهمیت دارد (Moradi *et al.*, 2010). دانه‌های شنبلیله به دلیل محتوی بالای برخی عناصر غذایی نظیر آهن و فسفر، درکاهش کلسترول خون، نرمال کردن فعالیت آنزیم‌های کلیدی متابولیسم کربوهیدارت و چربی، درمان صرع، فلج، نقرس، سکته مغزی و سرفه مزمن موثر می‌باشند (Mehrafarin *et al.*, 2011).

در سال‌های اخیر با مشخص شدن ارزش‌های غذایی و دارویی شنبلیله زراعی از یک سو و کم توقعی آن به شرایط خاک و سازگاری نسبتاً وسیع آن به مناطق مختلف از سوی دیگر، دامنه کشت و زرع آن از آمریکا تا هندوستان گسترش یافته است (Montgomery *et al.*, 2007; Sadeghzadeh Ahari *et al.*, 2014; Acharya *et al.*, 2010; Singh and Kakani, 2017).

ذخایر توارثی هر گونه گیاهی به ویژه اکوتیپ‌ها و جمعیت‌های وحشی آن گونه، اساس تنوع آن گونه به شمار می‌روند که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرند (Ferdosi *et al.*, 2014). بدین ترتیب لازم است ژرم‌پلاسم گیاهی جمع‌آوری شود تا به عنوان جامعه پایه در آزمون‌های تکراردار مورد ارزیابی قرار گرفته و نمونه‌های دارای پتانسیل تولید بالا و دیگر صفات مطلوب شناسایی و مورد بهره‌برداری قرارگیرند، اجرای موفق این فرآیند مستلزم بررسی دقیق تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم است (Rabiee and Ghanavati 2012). آگاهی از میزان تنوع و ارتباط صفات با یکدیگر و با ویژگی‌های مهم و اقتصادی (نظیر عملکرد) می‌تواند زمینه را برای شناسایی و گزینش سریع‌تر و دقیق تر والدین فراهم آورد.

بررسی ژنوتیپ‌های مختلف شنبلیله در هند (Chandra, *et al.*, 2000; Berwal *et al.*, 1996)، تونس (Marzougui *et al.*, 2007) و استرالیا (McCormick *et al.,* 2009) نشان داد که تنوع مطلوبی بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر تعداد غلاف در بوته، تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه و دیگر صفات مورفولوژیکی وجود دارد. مک کورمیک و همکاران (McCormick *et al.*, 2009) وجود تنوع قابل توجهی برای طیف وسیعی از صفات فنوتیپی

از جمله عادت رشدی، زمان گل‌دهی، رنگ دانه، اندازه دانه، وزن خشک و عملکرد دانه در میان ۲۰۵ ژنوتیپ در جنوب شرقی استرالیا را نیز گزارش نمودند. نتایج مطالعات چاندرا و همکاران (Chandra *et al.,* 2000) در هندوستان نشان داد که اثر محیط بر برخی صفات شنبلیله نظیر تاریخ گلدهی، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه بیشتر از اثر ژنوتیپ است.

با وجودیکه تقریباً در تمامی مناطق ایران و از زمان‌های بسیار دور شنبلیله به عنوان یک سبزی و گیاه دارویی کشت می‌شود، کارهای به‌نژادی بسیار کمی برای صفات مهم آن انجام شده است که بخشی از آن به دلیل فقدان اطلاعات کافی در مورد نحوه توارث صفات مختلف آن می‌باشد (Sadeghzadeh Ahari *et al.,* 2014). تنوع ژنتیکی در توده‌های بومی شنبلیله ایران از نظر صفات مورفولوژیکی توسط برخی از محققان گزارش شده است (Sadeghzadeh Ahari *et al.,* 2010; Moradi, 2008; Mohammadi *et al*., 2000).

جنس شنبلیله (Trigonella) در دنیا بیش از ۱۰۰ گونه دارد. بر اساس فلور ایرانیکا ۳۲ گونه از این گیاه در بسیاری از نقاط ایران پراکنده‌اند (Reschinger, 1984). قنواتی و همکاران (Ghanavati *et al*., 2017) در یک بررسی چهار ساله گونه‌های مختلف شنبلیله را از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری، شناسایی کردند و در بانک ژن گیاهی ملی ایران نگهداری می‌کنند.

یکی از این گونه‌ها، گونه *T. monantha* C. A. Mey. است که در مناطق مختلف کشور موجود و پراکنش وسیعی دارد.

گونه *T. monantha* یا شنبلیله تک گل، گونه‌ای وحشی، یکساله، خوابیده بر سطح زمین و کم و بیش کرکدار می‌باشد. این گیاه برای بیماران دیابتی بسیار موثر و مفید می‌باشد و باعث کاهش قند خون می‌شود (Asghari Lalemi *et al.,* 2013). این محققان در ارزیابی پانزده توده *T. monantha* که از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری شده بود گزارش نمودند که توده‌های مورد بررسی از نظر اکثر صفات مورد بررسی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند که نشان دهنده تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در توده‌های مورد ارزیابی بود.

گونه *T. monantha* با تولید زیست توده، نیام و دانه زیاد، در صورتی که ماده مؤثره تریگونلین زیادی داشته باشد می‌تواند جایگزین مناسبی برای شنبلیله زراعی (*Trigonella fouenum-graecum* L.) برای زراعی شدن و گزینه‌ای مناسب برای استخراج تریگونلین و توصیه به پزشکان برای درمان دیابت شود. در این پژوهش تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های جمع‌آوری شده گونه *T. monantha* که در بانک ژن ملی گیاهی ایران نگهداری می‌شوند مورد بررسی قرار گرفت. بدیهی است نتایج حاصل از این پژوهش برای برنامه‌های تحقیقاتی و به‌نژادی این گیاه دارویی ارزشمند مفید خواهد بود.

مواد و روش‌ها

در ایـن بررسـی بـذر ۱۴۰اکوتیـپ از گونـه یکسـاله *Trigonella monantha* کـه از نقـاط مختلـف کشـور جمـع‌آوری شـده بودنـد (جـدول ۱) و در بانـک ژن گیـاهی ملـی ایـران نگهـداری می‌شـوند، در قالـب طـرح بلوک‌هـای کامل تصادفی با سه تکـرار در بهـار سال ۱۳۹۵در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بـذر کـرج (طـول جغرافیـایی ′۱۰ °۵۱ شـرقی، عـرض جغرافیایی ′۴۸ °۳۵ شـمالی و ارتفـاع ۱۳۲۱ متـر از سطح دریا) کشت و مورد ارزیابی قرار گرفت.

کشت به‌صورت مستقیم در زمـین اصـلی در سـه ردیـف دو متـری و بـا فاصـله کاشـت روی ردیـف پـنج سـانتی‌متر انجـام شـد. فاصـله بـین ردیف‌ها پنجاه سـانتی‌متر در نظـر گرفتـه شـد. در طول فصل رشد، عملیات زراعی از جمله آبیاری (دو تا سه روز یک بار در ابتـدای کاشـت و بعـد از آن به صـورت هفتگـی) به‌صـورت قطـره‌ای و کنترل علف‌های هرز بـه‌طور دسـتی و به‌صـورت یکسان بـرای همـه کـرت‌هـا انجام شـد. در ایـن بررسـی ۲۹ صـفت کمـی و ۱۴ صـفت کیفـی در مرحلـه ۵۰ درصـد گلـدهی مـورد ارزیـابی قـرار گرفتنـد. بـه‌منظور بررسـی برخـی صـفات، نمونـه‌گیـری از هرکـرت روی سـه بوتـه (بـین گـره‌هـای ۵- ۴ از هـر بوتـه) در شـرایط یکسـان به‌طور تصادفی انجام شد.

صفات مورفولوژیـک کیفـی از جملـه رنـگ بخش‌های مختلـف گیـاه (بـرگ، حاشـیه بـرگ، ساقه، گل، نیام، دانه) با استفاده از کـارت رنـگ، کرکداری برگ، وضعیت پراکندگی نیام، شکل نیام، شکل کلی برگ، شکل نوک برگ، شـکل حاشیه بـرگ، تزئینـات سـطح بـذر بـا اسـتفاده از توصیف‌گر شنبلیله ارزیابی و ثبت شد.

صفات کمـی شـامل طـول دوره روز تـا سـبز شدن، طول دوره میوه‌دهی، طول دوره رسـیدگی محصول، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعـی، تعـداد بـرگ تـا اولـین گـل، تعـداد بـرگ بوتـه، طـول دم‌برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد گره تـا اولین گل، طول میان‌گره، طـول دوره گـل‌دهی، تعداد روز تـا گـل‌دهی، طـول کاسـه گـل، طـول جام گل، طول برگچه، تعـداد گـل در هـر گـره، وزن صد دانه، طول نیام، عرض نیـام، تعـداد نیـام در گیاه، تعداد نیـام در هـر گـره، تعـداد گـره تـا اولین نیام، طول دم‌برگچه، عرض برگچـه، طـول بـذر، عـرض بـذر) نیـز بـر اسـاس توصـیف‌گـر اندازه‌گیری و ثبت شد.

بـه منظـور ارزیـابی صـفات مورفولوژیـک تعـداد سـه بوتـه تصـادفی از میانـه هـر کـرت انتخـاب شـد. میـانگین صـفات مـورد تجزیـه آمـاری قـرار گرفـت. از شـاخص تنـوع شـانون (Shannon and Weaver, 1948)برای بررسـی صفات کیفی استفاده شد. شـاخص تنـوع شـانون بـرای صـفات کیفـی بـا اسـتفاده از رابطـه زیـر محاسبه شد:

$$H' = \frac{-\sum_{i=1}^{S} P_i \ln(P_I)}{Ln(s)}$$

کهP_i : نشان‌دهنده فراوانـی نسـبی هـر گـروه

جدول ۱- شماره موقت و محل جغرافیائی جمع‌آوری ۴۰ اکوتیپ *Trigonella monantha*

Table1. Number and geographical locations of collection of 40 *Trigonella monantha* ecotypes

شماره اکوتیپ Ecotype No.	شماره موقت اکوتیپ در بانک ژن Temporary number in genebank of Iran	Origin	منشاء
1	27893	Azna 1, Lorestan	لرستان، ازنا ۱
2	17594	Qom	قم
3	98	Khoramabad toward Bisheh, Lorestan	لرستان ، از خرم آباد به سمت بیشه
4	25	Birjand, Bajestan toward Ferdows, Southern Khorasan	خراسان جنوبی، بیرجند، بجستان به سمت فردوس
5	26	Two km Kashmar toward Rivash, Khorasan Razavi	خراسان رضوی، دو کیلومتریکاشمر به سمت ریوش
6	27	Kalateh Abdollah village, Kashmar toward Neishaboor, Khorasan Razavi	خراسان رضوی، کاشمر به سمت نیشابور، روستای کلاته عبداله
7	32	Latian dam, Jajrood, Tehran	تهران، جاجرود، ابتدای سد لتیان
8	33	Chitgar, Tehran	تهران، چیتگر
9	35	Peikanshahr, Chitgar, Tehran	تهران، چیتگر، پیکان شهر
10	38	Atashgah toward Dorvan, Karaj, Alborz	البرز ، کرج، آتشگاه به سمت دروان
11	40	Taleghan, Alborz	البرز، طالقان
12	43	Sagzabad toward Rostamabad, Boeinzahra, Qazvin	قزوین، بوئین زهرا، سگزآباد به سمت رستم آباد
13	47	Abyek, Karaj toward Qazvin, Qazvin	قزوین، کرج به سمت قزوین، آبیک
14	49	Salafchegan, Markazi	مرکزی، سلفچگان
15	50	Salafchegan toward Saveh, Markazi	مرکزی، سلفچگان به سمت ساوه
16	53	Shiraz toward Sarvestan 1, Fars	فارس، شیراز به سمت سروستان ۱
17	55	Opposite of the Maharloo lake, Shiraz toward Sarvestan, Fars	فارس، شیراز به سروستان روبروری دریاچه مهارلو
18	58	Maharloo village, Shiraz toward Sarvestan, Fars	فارس، شیراز به سروستان، روستای مهارلو
19	59	Mianjangale, Fasa, Fars	فارس، فسا، میانجنگل
20	69	Bamoo Park 1, Shiraz toward Marvdasht, Fars	فارس، شیراز به سمت مرودشت، پارک بمو ۱
21	124	Jaroo, Karaj toward Eshtehard, Alborz	البرز، کرج به سمت اشتهارد، جارو
22	75	Zarin Chagha village, Khoramabad toward Aleshtar, Lorestan	لرستان، خرم آباد به سمت الشتر، روستای زرین چقا
23	78	Kakareza, Khoramabad toward Aleshtar, Lorestan	لرستان، خرم آباد به سمت الشتر، کاکارضا
24	83	Kahman village, Aleshtar, Lorestan	لرستان، الشتر ، روستای کهمان
25	94	Zagheh, Khoramabad toward Azna, Lorestan	لرستان، خرم اباد به سمت ازنا، زاغه
26	95	Hero, Zagheh, Khoramabad toward Azna, Lorestan	لرستان، خرم آباد به سمت ازنا، زاغه، پل هرو
27	97	Azna 2, Lorestan	لرستان، ازنا ۲
28	99	Bisheh, Lorestan	لرستان، بیشه
29	102	15 km Brojerd, Khoramabad toward Brojerd, Lorestan	لرستان، خرم آباد به بروجرد، ۱۵ کیلومتری بروجرد
30	107	Tapeh Chogha, Brojerd, Lorestan	لرستان، بروجرد، تپه چوغا
31	61	Kharmankooh1, Fasa, Fars	فارس، فسا، ابتدای خرمن کوه ۱
32	61	Kharmankooh 2, Fasa, Fars	فارس، فسا، ابتدای خرمن کوه ۲
33	48	Qom toward Salafchegan, Markazi	مرکزی، قم به سمت سلفچگان
34	67	Bamoo Park 2, Shiraz toward Marvdasht, Fars	فارس، شیراز به سمت مرودشت، پارک بمو ۲
35	63	Sabzpooshan mountain, Shiraz, Fars	فارس، شیراز، کوه سبزپوشان
36	29(1)	Seven km Roodmajan toward Bayak 1, Kashmar, Khorasan Razavi	خراسان رضوی ، کاشمر، هفت کیلومتری رودمعجن به بایک۱
37	29(2)	Seven km Roodmajan toward Bayak 2, Kashmar, Khorasan Razavi	خراسان رضوی ، کاشمر، هفت کیلومتری رودمعجن به بایک۲
38	30	Kashmar, Khorasan Razavi	خراسان رضوی، کاشمر
39	29(3)	Seven km Roodmajan toward Bayak 3, Kashmar, Khorasan Razavi	خراسان رضوی، کاشمر، هفت کیلومتری رودمعجن به بایک۳
40	79	Kakareza, Khoramabad toward Aleshtar, Lorestan	لرستان، خرم آباد به سمت الشتر، کاکارضا

فنوتیپی برای صفت مربوطه، S: تعداد گروه‌ها فنوتیپی هر صفت و Ln: لگاریتم طبیعی می‌باشد.

تجزیه واریانس صفات کمی با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده ازآزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. هچنین، با استفاده از نرم افزارهای Excel و SPSS آماره‌های توصیفی، ضرایب همبستگی ساده صفات کمی با روش پیرسون، تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس وارد (Ward)، تجزیه به عامل‌ها و رگرسیون گام به گام محاسبه شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های کمی در جدول ۲ ارایه شده است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول اکوتیپ برای کلیه اطلاعات کمی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشتند. این نشان دهنده تنوع بالایی برای صفات مورد مطالعه بود. وجود تنوع در شنبلیله برای صفات مختلف توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Marzougui *et al*., 2007; McCormick *et al.,* 2009; Moradi *et al*., 2010; Hasani Jifroudi and Mohobodini., 2016).

سینگ و کاکانی (Singh and Kakani, 2017) در ارزیابی ژنوتیپ‌های شنبلیله برای تعداد روز تا گلدهی، تعداد نیام در شاخه اصلی و تعداد نیام در بوته تفاوت معنی‌دار گزارش کردند. با این حال آنها برای تعداد روز تا ۷۵ درصد رسیدگی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های اصلی و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه اثر معنی‌داری مشاهده نکردند. بخشی از این عدم تطابق ممکن است مربوط به تفاوت‌های ژنتیکی اکوتیپ‌ها و اقلیم محل آزمایش (کرج در ایران و راجستان در هندوستان) باشد.

آماره‌های مربوط به میانگین، دامنه (حداقل و حداکثر) و انحراف معیار برای صفات مورفولوژیک مختلف مربوط به اکوتیپ‌های گونه *Trigonella monantha* ایران در جدول ۳ آمده است. بطور کلی تنوع قابل ملاحظه‌ای برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مورد بررسی مشاهده شد.

میانگین صفات کمی برای ۴۰ اکوتیپ وحشی شنبلیله در جدول ۴ ارایه گردیده است. بررسی میانگین صفات اکوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که با توجه به تاریخ گلدهی، زودگل‌ترین (۴۲/۶۶ روز) نمونه‌ها، اکوتیپ‌های شماره ۳۹ و ۳۸ (نمونه‌های کاشمر) و دیرگل‌ترین (۶۶/ ۵۸ روز) آنها اکوتیپ‌های شماره ۱۳ (آبیک قزوین) و ۳ (خرم‌آباد) بود. محققان دیگر دامنه تغییرات این صفت را ۴۷ تا ۷۸ روز (Hasani Jifroudi and Mohobodini, 2016) و ۳۹ تا ۷۶ روز (Moradi *et al*., 2010) گزارش کرده‌اند. تغییرات شروع گلدهی در ژنوتیپ‌های شنبلیله مختلف ممکن است ناشی از تفاوت در سطح هورمون جیبرلین در ژنوتیپ‌های مختلف باشد، سطح بالای هورمون

جدول۲- تجزیه واریانس برای صفات کمی اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table2. Analysis of variance for quantitive traits of *Trigonella monantha* ecotypes

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df.	MS میانگین مربعات													
			GP	FP	FR	PHF	SBP	NLF	NPL	PL	LL	LW	NNF	INL	FD	DF
Replication	تکرار	2	0.98	15.80	0.17	6.44	0.53	0.002	300.03	0.43	0.21	0.23	0.03	0.17	0.70	6.10
Ecotype	اکوتیپ	39	21.07**	219.80**	226.98**	88.63**	36.59**	0.641**	6272.46**	0.73**	0.38**	0.54**	2.27**	1.78**	34.11**	58.93**
Error	خطا	78	0.40	1.26	2.28	5.72	4.80	0.516	674.23	0.12	0.08	0.11	0.341	0.30	0.61	1.84
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		3.30	1.58	1.15	18.55	23.44	8.66	24.90	28.75	17.51	18.40	15.79	24.77	11.44	2.55

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲-

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df.	MS میانگین مربعات														
			CL	COL	LLL	NFN	100SW	POL	PW	NPP	NPN	NNP	PLL	LLW	SL	SW	SY
Replication	تکرار	2	0.0003	0.0003	0.03	0.23	0.0001	0.38	3756.0	68.40	0.90	0.06	0.0012	0.0015	0.49	0.0061	0.0101
Ecotype	اکوتیپ	39	0.012**	0.027**	0.13**	0.76**	0.004**	0.13**	0.13**	681.04**	0.90**	1.10**	0.018**	0.018**	0.25**	0.0044**	0.2734**
Error	خطا	78	0.003	0.003	0.03	0.33	0.0001	0.04	0.04	20.92	0.41	0.22	0.005	0.004	0.15	0.0027	0.0043
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		11.64	13.47	22.73	20.93	5.54	18.42	18.42	14.40	27.93	17.29	14.89	9.980	17.17	5.20	7.15

**: Significant at the 1% probability level.

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

GP: طول دوره سبز شدن، FP: طول دوره میوه‌دهی، FR: طول دوره رسیدگی میوه، PHF: ارتفاع گیاه در ۵۰٪ گلدهی، SBP: تعداد ساقه فرعی، NLF: تعداد برگ تا اولین گل، NPL: تعداد برگ در گیاه، PL: طول دمبرگ، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، NNF: تعداد گره تا اولین گل، INL: طول میانگره، FD: طول دوره گلدهی، DF: تعداد روز تا گلدهی، CL: طول کاسه گل، COL: طول جام گل، LLL: طول برگچه، NFN: تعداد گل در هر گره، 100SW: وزن ۱۰۰ دانه، POL: طول نیام، PW: عرض نیام، NPP: تعداد نیام در گیاه، NPN: تعداد نیام در هر گره، NNP: تعداد گره تا اولین نیام، PLL: طول دمبرگچه، LLW: عرض برگچه، SL: طول دانه، SW: عرض دانه، SY: عملکرد تک بوته

GP: Growth Period, FP: Fruiting Period, FR: Fruiting Ripening, PHF: Plant Height at 50% Flowering, SBP: Secondary Branches per Plant, NLF: Number of Leaves to the First Flower, NPL: Number of Leaves per Plant, PL: Petiole Length, LL: Leaf Length, LW: Leaf Width, NNF: Number of Nodes to for First Flower, INL: Internode Length, FD: Flowering Duration, DF: Days to Flowering, CL: Calyx Length, COL: Corolla Length, LLL: Leaflet Length, NFN: Number of Flower per Node, 100SW: 100 Seed Weight, POL: Pod Length, PW: Pod Weigth, NPP: Number of Pod per Plant, NPN: Number of Pods per Node, NNP: Number of Nods to the First Pode, PLL: Petiolol Length, LLW: Leaflet Width, SL: Seed Length, SW: Seed Width, SY: Seed Yeild

جدول ۳- میانگین، دامنه (حداقل و حداکثر)، انحراف معیار صفات مورفولوژیک اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table 3. Means, range (max. and min.), standard deviation of morphological traits of *Trigonella monantha* ecotypes

		Trait صفت														
		GP	FP	FR	PHF	SBP	NLF	NPL	PL	LL	LW	NNF	INL	FD	DF	CL
Minimum	حداقل	15.67	48.33	106.67	4.17	4.33	3.67	34.67	0.40	0.93	0.97	1.00	0.57	1.33	42.67	0.27
Maximum	حداکثر	22.33	97.67	156.00	23.33	22.67	29.67	224.00	2.10	2.27	2.57	5.33	3.63	14.33	58.67	0.57
Range	دامنه	6.66	49.34	49.33	19.16	18.34	26.00	189.33	1.70	1.34	1.60	4.33	3.06	13.00	16.00	0.30
Mean	میانگین کل	19.20	70.72	132.03	12.89	9.35	9.22	105.09	1.20	1.60	1.81	3.70	2.21	6.80	53.08	0.46
Std. Deviation	انحراف معیار	2.65	8.56	8.70	5.44	3.49	4.41	45.94	0.49	0.36	0.42	0.87	0.77	3.37	4.43	0.07

Table 3. Continued

ادامه جدول ۳-

		Trait صفت														
		GOL	LLL	NFN	100SW	POL	PW	NPP	NPN	NNP	PLL	LLW	SL	SW	SY
Minimum	حداقل	0.20	0.43	2.00	0.07	2.07	0.97	6.00	1.00	2.00	0.38	0.50	1.73	0.90	0.42
Maximum	حداکثر	0.60	1.27	4.00	0.23	6.97	1.80	71.67	3.33	4.33	0.68	0.77	2.83	1.10	1.71
Range	دامنه	0.40	0.84	2.00	0.16	4.90	0.83	65.67	2.33	2.33	0.30	0.27	1.1	0.20	1.29
Mean	میانگین کل	0.46	0.73	2.78	0.16	5.24	1.13	31.76	2.30	2.72	0.50	0.65	2.23	0.99	0.92
Std. Deviation	انحراف معیار	0.09	0.21	0.53	0.04	0.87	0.21	15.07	0.55	0.61	0.08	0.08	0.29	0.04	0.30

GP: طول دوره سبز شدن (روز)، FP: طول دوره میوه‌دهی (روز)، FR: طول دوره رسیدگی میوه (روز)، PHF: ارتفاع گیاه در ۵۰٪ گلدهی (سانتیمتر)، SBP: تعداد ساقه فرعی، NLF: تعداد برگ تا اولین گل، NPL: تعداد برگ در گیاه، PL: طول دمبرگ (سانتیمتر)، LL: طول برگ (سانتیمتر)، LW: عرض برگ ·سانتیمتر)، NNF: تعداد گره تا اولین گل، INL: طول میانگره (سانتیمتر)، FD: طول دوره گلدهی (روز)، DF : تعداد روز تا گلدهی ·روز)، CL: طول کاسه گل (میلیمتر)، COL: طول جام گل (میلیمتر)، LLL: طول برگچه (سانتیمتر)، NFN: تعداد گل در هر گره، 100SW: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، POL: طول نیام (سانتیمتر)، PW: عرض نیام (میلیمتر)، NPP: تعداد نیام در گیاه، NPN: تعداد نیام در هر گره، NNP: تعداد گره تا اولین نیام، PLL: طول دمبرگچه (سانتیمتر)، LLW: عرض برگچه (سانتیمتر)، SL: طول دانه (میلیمتر)، SW: عرض دانه (میلیمتر)، SY: عملکرد تک بوته (گرم)

GP: Growth Period (day), FP: Fruiting Period (day), FR: Fruiting Ripening (day), PHF: Plant Height at 50% Flowering (centimeter), SBP: Secondary Branches per Plant, NLF: Number of Leaves to the First Flower, NPL: Number of Leaves per Plant, PL: Petiole Length (centimeter), LL: Leaf Length (centimeter), LW: Leaf Width (centimeter), NNF: Number of Nodes to the First Flower, INL: Internode Length (centimeter), FD: Flowering Duration (day), DF: Days to Flowering (day), CL: Calyx Length (milimeter), COL: Corolla Length (millimeter), LLL: Leaflet Length (centimeter), NFN: Number of Flower per Node, 100SW: 100 Seed Weight (g), POL: Pod Length (centimeter), PW: Pod Weigth (millimeter), NPP: Number of Pod per Plant, NPN: Number of Pods per node, NNP: Number of Nods to the First Pode, PLL: Petiolol Length (centimeter), LLW: Leaflet Width (centimeter), SL: Seed Length (millimeter), SW: Seed Width (millimeter),SY: Seed Yeild (g)

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کمی اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table 4. Mean comparison of quantitave traits of *Trigonella monantha* ecotypes

شماره اکوتیپ Ecotype No.	Trais صفت													
	GP	FP	FR	PHF	SBP	NLF	NPL	PL	LL	LW	NNF	INL	FD	DF
1	21.33	62.33	126.00	21.33	22.66	8.33	211.33	1.23	1.80	2.03	4.33	3.06	3.66	57.00
2	21.00	68.33	133.00	5.00	5.33	3.67	71.00	1.50	2.27	1.43	3.33	1.30	10.66	50.00
3	22.00	62.33	125.00	11.16	11.33	17.33	102.00	0.60	1.23	1.50	3.66	2.26	7.33	58.66
4	21.33	66.33	124.66	22.66	8.33	5.33	110.67	0.63	1.66	2.06	3.33	2.66	3.33	55.00
5	22.00	66.00	125.00	20.33	6.66	5.00	97.67	0.73	1.56	1.80	3.33	3.63	3.33	54.66
6	15.66	63.00	124.33	15.26	15.66	14.00	199.33	0.96	2.20	2.56	4.00	1.33	1.33	56.00
7	21.00	63.00	125.66	9.33	9.66	11.67	69.33	0.63	1.76	1.86	3.66	2.73	5.00	58.00
8	21.33	66.66	129.33	12.00	9.00	9.00	90.33	1.10	1.63	1.90	4.00	2.03	7.33	54.33
9	21.00	69.00	131.33	20.33	8.66	8.67	224.00	0.63	1.90	2.20	3.33	3.56	8.00	54.00
10	16.33	66.66	126.33	11.33	12.00	10.67	112.00	1.93	1.43	1.83	4.33	3.46	7.33	50.00
11	16.33	72.00	132.00	18.66	12.33	9.33	126.67	1.06	2.26	2.53	3.66	3.20	2.00	55.33
12	20.66	72.66	131.66	14.00	8.00	12.67	119.00	1.20	1.66	1.96	4.00	2.60	2.33	53.33
13	21.00	67.00	130.00	19.66	10.00	7.33	121.00	1.16	1.86	2.43	4.00	2.43	5.33	58.66
14	16.00	73.00	138.00	12.93	8.66	11.33	125.00	1.93	1.70	2.33	4.00	2.13	7.33	58.33
15	16.00	65.00	130.00	17.16	11.66	12.00	220.33	1.73	2.06	2.53	4.33	3.43	7.00	57.00
16	16.33	79.66	131.66	4.16	12.33	5.33	90.33	1.00	1.00	1.16	4.00	1.46	4.33	46.66
17	16.33	80.00	132.00	13.33	8.33	6.33	90.33	0.60	1.70	2.06	3.33	2.46	4.33	46.33
18	16.33	81.00	132.00	8.56	5.66	9.67	45.67	0.73	1.40	1.63	4.33	1.96	4.66	45.33
19	16.00	73.33	132.33	8.00	11.33	10.67	89.67	1.63	1.23	1.26	5.33	2.16	12.00	46.66
20	16.00	68.00	132.33	12.33	8.00	9.67	120.33	0.86	1.33	1.50	3.00	2.20	7.00	54.33
21	16.33	73.00	133.00	12.83	8.66	7.67	81.33	2.10	1.53	1.83	4.66	2.16	3.00	55.66
22	20.66	73.00	139.00	23.00	8.00	8.33	109.67	1.00	1.93	2.26	4.33	3.03	8.00	58.00
23	16.33	74.66	131.66	15.16	9.33	8.00	100.33	1.83	1.86	1.93	3.66	2.96	2.33	54.66
24	16.33	67.00	132.33	10.43	9.66	7.00	65.67	0.56	1.56	1.96	3.66	3.23	9.00	57.00
25	21.00	55.00	121.00	9.00	8.66	8.67	136.00	0.60	1.36	1.56	3.33	1.10	5.66	56.33
26	21.66	70.00	134.00	8.66	7.33	9.33	64.33	1.56	1.43	1.53	5.00	2.06	11.66	52.33
27	21.33	71.00	132.66	16.16	8.66	8.00	99.67	1.83	1.60	2.06	3.33	2.23	7.66	54.00
28	16.33	69.33	135.00	6.10	9.33	9.67	98.33	1.86	1.43	1.70	4.00	1.36	14.33	50.66
29	16.33	74.00	134.00	7.66	17.33	13.33	119.33	1.33	1.10	1.23	5.00	2.20	9.66	47.66
30	16.00	75.66	133.66	6.43	11.33	8.33	96.00	1.36	1.16	1.20	4.33	1.13	6.33	52.00
31	22.00	74.00	133.00	7.66	6.66	9.67	34.67	0.40	0.93	0.96	4.33	0.56	3.33	54.66
32	21.33	75.00	132.66	9.50	7.66	5.00	64.33	0.53	2.00	2.06	2.00	1.06	3.66	54.66
33	21.66	66.66	131.66	13.00	12.00	11.67	82.33	1.43	1.96	1.56	4.00	2.00	7.33	57.00
34	16.33	48.33	106.66	20.66	8.33	6.33	108.33	1.40	1.63	1.56	4.33	0.96	7.00	51.33
35	20.66	62.00	132.00	15.00	8.00	6.67	138.00	1.63	1.26	1.86	3.66	2.20	7.00	50.33
36	21.66	97.66	156.00	23.33	7.33	29.67	57.00	1.66	1.10	1.00	1.00	1.83	9.33	48.66
37	22.33	90.00	156.00	8.50	4.33	8.67	129.00	1.83	1.86	1.93	3.33	1.86	10.33	55.33
38	21.00	79.66	155.66	7.50	5.00	4.67	56.00	1.43	1.16	1.53	2.00	1.93	13.00	42.66
39	22.33	78.00	126.33	8.00	4.66	4.67	50.00	1.26	1.30	1.50	2.00	2.46	14.33	42.66
40	22.33	68.66	132.00	9.33	6.00	5.33	44.00	0.56	2.10	2.40	2.66	2.10	5.33	57.66
LSD 5%	1.03	1.83	2.46	3.89	3.56	6.09	39.22	0.56	0.46	0.54	0.95	0.89	1.27	2.21

GP: طول دوره سبز شدن (روز)، FP: طول دوره میوه‌دهی (روز)، FR: طول دوره رسیدگی میوه (روز)، PHF: ارتفاع گیاه در ۵۰٪ گلدهی (سانتیمتر)، SBP: تعداد ساقه فرعی، NLF: تعداد برگ تا اولین گل، NPL: تعداد برگ در گیاه، PL: طول دمبرگ (سانتیمتر)، LL: طول برگ (سانتیمتر)، LW: عرض برگ ۰سانتیمتر)، NNF: تعداد گره تا اولین گل، INL: طول میانگره (سانتیمتر)، FD: طول دوره گلدهی (روز)،DF : تعداد روز تا گلدهی (روز)

GP: Growth Period(day), FP: Fruiting Period (day), FR: Fruiting Ripening (day), PHF: Plant Height at 50% Flowering (centimeter), SBP: Secondary Branches per Plant, NLF: Number of Leaves to the First Flower, NPL: Number of Leaves per Plant, PL: Petiole Length (centimeter), LL: Leaf Length (centimeter), LW: Leaf Width (centimeter), NNF: Number of Nodes to the First Flower, INL: Internode Length (centimeter), FD: Flowering Duration (day), DF: Days to Flowering (day)

Table 4. Continued

ادامه جدول ۴-

شماره اکوتیپ Ecotype No.	Trait صفت														
	CL	COL	LIL	NFN	100SW	POL	PW	NPP	NPN	NNP	PLL	LLW	SL	SW	SY
1	0.50	0.50	0.60	3.33	0.23	5.33	1.00	20.33	1.66	2.00	0.68	0.76	2.66	1.00	1.71
2	0.26	0.33	0.86	3.66	0.16	5.06	1.16	18.66	3.00	2.66	0.56	0.66	2.30	1.00	1.00
3	0.46	0.40	0.50	3.00	0.19	4.43	1.00	20.33	2.66	2.66	0.50	0.56	2.30	0.93	1.00
4	0.43	0.46	0.80	2.66	0.21	5.00	1.00	25.66	2.66	3.33	0.46	0.70	2.60	0.96	0.91
5	0.46	0.36	0.83	2.66	0.21	4.93	1.80	24.33	1.00	2.66	0.50	0.66	2.36	1.00	0.85
6	0.53	0.40	1.26	3.66	0.17	4.40	1.00	22.66	3.00	2.00	0.50	0.66	2.16	1.00	0.68
7	0.50	0.56	0.83	2.66	0.07	5.16	1.03	20.33	2.66	3.33	0.40	0.63	1.93	0.96	0.47
8	0.50	0.56	0.70	4.00	0.13	5.23	1.23	9.66	2.66	4.33	0.43	0.63	1.96	0.90	0.58
9	0.46	0.53	1.00	3.33	0.14	6.00	1.00	55.33	2.66	2.66	0.46	0.68	2.33	1.00	1.05
10	0.50	0.43	0.70	3.00	0.14	5.43	1.46	3.00	2.66	2.33	0.51	0.53	2.00	1.00	0.70
11	0.50	0.60	1.03	2.33	0.15	5.03	1.33	39.66	2.66	2.66	0.61	0.53	2.43	1.00	0.73
12	0.53	0.60	0.86	2.33	0.17	5.00	1.33	35.66	2.33	3.66	0.48	0.76	2.23	1.00	0.62
13	0.46	0.50	1.03	2.66	0.15	5.13	1.43	26.66	2.33	3.66	0.46	0.68	2.00	1.00	0.68
14	0.50	0.53	1.00	3.33	0.13	5.53	1.00	27.33	3.00	3.00	0.53	0.70	2.06	0.96	0.77
15	0.50	0.56	1.06	2.66	0.13	6.76	1.00	50.66	2.66	2.66	0.66	0.76	1.83	1.00	1.33
16	0.36	0.36	0.43	2.66	0.17	5.46	1.00	47.00	2.33	3.00	0.55	0.70	1.80	0.96	0.70
17	0.50	0.36	0.70	2.33	0.13	6.93	1.80	17.33	1.66	2.66	0.53	0.73	2.00	1.00	0.85
18	0.53	0.56	0.70	2.33	0.16	5.33	1.03	47.33	1.33	2.00	0.45	0.70	1.76	1.00	0.81
19	0.46	0.30	0.86	2.00	0.16	5.80	1.06	44.33	2.33	3.66	0.55	0.66	1.96	1.03	0.91
20	0.43	0.43	0.53	2.33	0.13	5.26	1.00	17.00	2.33	2.33	0.41	0.75	2.30	0.93	0.61
21	0.53	0.50	0.53	3.00	0.13	6.36	1.00	18.33	2.66	2.00	0.45	0.73	2.36	1.00	0.63
22	0.53	0.46	0.96	2.66	0.23	4.90	1.26	24.00	2.33	3.33	0.60	0.66	2.60	1.00	1.56
23	0.46	0.50	0.73	2.33	0.17	4.63	1.00	44.00	2.66	2.00	0.48	0.63	2.50	1.00	1.20
24	0.43	0.50	0.63	2.33	0.15	4.96	1.26	26.00	2.66	2.33	0.51	0.63	2.26	1.00	1.01
25	0.46	0.46	0.56	2.33	0.14	3.00	1.00	58.33	2.66	3.33	0.40	0.53	1.73	1.00	1.23
26	0.43	0.36	0.56	2.66	0.19	5.10	1.00	43.00	2.66	2.00	0.43	0.53	2.13	1.03	1.14
27	0.50	0.53	0.53	3.00	0.17	5.43	1.06	71.66	2.66	2.33	0.60	0.63	2.66	1.03	1.49
28	0.33	0.40	0.70	2.33	0.19	5.50	1.00	26.66	1.66	2.00	0.55	0.56	2.33	1.00	1.09
29	0.43	0.33	0.53	3.33	0.22	5.36	1.20	41.00	1.66	2.33	0.63	0.70	2.70	1.10	1.35
30	0.40	0.30	0.50	2.33	0.18	5.30	1.06	44.33	1.33	2.66	0.56	0.76	2.16	1.03	1.29
31	0.46	0.60	0.50	2.33	0.07	5.30	1.00	14.33	2.33	2.00	0.43	0.63	1.86	1.00	0.42
32	0.40	0.53	1.06	2.66	0.13	5.06	1.00	16.33	2.00	2.66	0.55	0.56	2.13	1.00	0.57
33	0.50	0.53	0.63	4.00	0.14	6.10	1.06	45.00	3.33	2.00	0.55	0.56	2.43	0.90	0.83
34	0.56	0.50	0.56	2.33	0.12	5.73	1.00	31.33	2.33	2.66	0.40	0.50	1.83	1.00	0.89
35	0.46	0.50	0.53	2.33	0.17	5.60	1.06	17.33	2.66	3.66	0.49	0.66	2.23	1.00	0.61
36	0.30	0.20	0.46	2.33	0.12	4.73	1.00	29.00	2.00	2.66	0.40	0.53	1.86	0.96	0.89
37	0.50	0.53	0.53	2.66	0.21	4.73	1.16	16.33	1.33	2.00	0.40	0.56	2.50	1.03	0.82
38	0.50	0.43	0.73	2.66	0.14	6.96	1.10	54.66	1.66	3.00	0.43	0.56	2.46	1.00	0.72
39	0.46	0.36	0.76	2.33	0.13	5.56	1.40	33.33	2.00	3.33	0.55	0.76	2.40	1.00	0.98
40	0.36	0.43	0.73	2.33	0.13	2.06	0.96	6.00	1.66	3.00	0.38	0.60	2.83	0.90	0.95
LSD 5%	0.09	0.10	0.27	0.89	0.01	0.91	0.34	7.44	1.04	0.76	0.12	0.11	0.62	0.08	0.11

CL: طول کاسه گل (میلیمتر)، COL: طول جام گل (میلیمتر)، LLL: طول برگچه (سانتیمتر)، NFN: تعداد گل در هر گره،100SW: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، POL: طول نیام (سانتیمتر)، PW: عرض نیام (میلیمتر)، NPP: تعداد نیام در گیاه، NPN: تعداد نیام در هر گره، NNP: تعداد گره تا اولین نیام،PLL: طول دمبرگچه (سانتیمتر)، LLW: عرض برگچه (سانتیمتر)،SL: طول دانه (میلیمتر)، SW: عرض دانه (میلیمتر)، SY: عملکرد تک بوته (گرم)

CL: Calyx Length (millimeter), COL: Corolla Length (millimeter), LLL: Leaflet Length (centimeter), NFN: Number of Flower per Node, 100SW: 100 Seed Weight (g), POL: Pod Length (centimeter), PW: Pod width (millimeter), NPP: Number of Pod per Plant, NPN: Number of Pods per Node, NNP: Number of Nods to the First Pode, PLL: Petiolol Length (centimeter), LLW: Leaflet Width (centimeter), SL: Seed Length (millimeter), SW: Seed Width (millimeter), SY: Seed Yeild (g)

جیبرلین باعث تقویت گلدهی سریعتر در گیاه می‌شود(Bhanare, 2010) .

طولانی‌ترین دوره گلدهی (۱۴/۳۳روز) مربوط به اکوتیپ شماره ۳۹ (رود معجن کاشمر) و ۲۸ (بیشه لرستان) در حالی که کوتاه‌ترین طول دوره گلدهی (۱/۳۳روز) مربوط به اکوتیپ شماره ۶ (نیشابور) بود (جدول ۴). در مورد طول دوره رسیدگی محصول دیررس‌ترین (۱۵۶روز) اکوتیپ‌ها مربوط به ۳۷ و ۳۶ (نمونه‌های کاشمر) و زودرس‌ترین (۱۰۶/۶۶روز) آنها اکوتیپ ۳۴ (پارک بمو ۲ فارس) بود. طولانی‌ترین دوره میوه‌دهی (۹۷/۶۶ روز) مربوط به اکوتیپ شماره ۳۶ و کوتاهترین (۴۸/۳۳ روز) آن مربوط به اکوتیپ شماره ۳۴ بود. نتایج نشان می‌دهد که اکوتیپ۳۴ (پارک بمو فارس) زود به گل رفت و خیلی زود دوره رسیدگی خود را تکمیل کرد.

از نظر ارتفاع بوته در ۵۰٪ گلدهی، بلندترین (۲۳/۳۳سانتی‌متر) ارتفاع بوته مربوط به اکوتیپ شماره ۳۶ (روستای بایک ۱ کاشمر) و کوتاه‌ترین (۴/۱۶ سانتی‌متر) مربوط به اکوتیپ شماره۱۶ (سروستان ۱ فارس) بود (جدول ۴). این گیاهان تا پایان دوره رسیدگی رشد کردند.کوتولگی ذاتی شنبلیله در مرحله اولیه رشد گیاه ممکن است با سطح جیبرلین گیاه همراه باشد، زیرا گرایش به رشد گسترده و زیاد اغلب با سطوح جیبرلین طبیعی بالا مرتبط است (Leopold and Kriedeman, 1975). تنوع در ارتفاع گیاه شنبلیله ناشی از ساختار ژنتیکی ذاتی ژنوتیپ‌هاست که برخی از آنها تحت تاثیر عملکرد تنظیم‌کننده‌های رشد درونی قرار می‌گیرند (Bhanare, 2010; Kumar *et al*., 2005; Singh Dangi, 2014).

بیشترین شاخه فرعی (۲۲/۶۶عدد) مربوط به اکوتیپ شماره ۱ (ازنای ۱ لرستان) و کمترین (۴/۳۳ عدد) آن مربوط به اکوتیپ شماره ۳۶ (روستای بایک ۱ کاشمر) بود. تنوع در تعداد شاخه فرعی در گیاه شنبلیله ممکن است ناشی از تنوع ذاتی برای این صفت باشد که می‌تواند در برنامه‌ریزی برای تولید کانوپی گسترده‌تر در نظر گرفته شود (Singh Dangi, 2014; Kumar *et al*., 2005; Tuncturk and Celen, 2005).

تعداد برگ در گیاه در چهار اکوتیپ ۹ (چیتگر تهران) (۲۲۴ برگ)، ۱۵ (سلفچگان مرکزی) (۲۲۰/۳۳ برگ)، ۱ (ازنای ۱ لرستان) (۲۱۱/۳۳ برگ) و ۶ (نیشابور) (۱۹۹/۳۳ برگ) بیشتر بود (جدول ۴). کمترین تعداد برگ در گیاه (۳۴/۶۷ برگ) مربوط به جمعیت ۳۱ (خرمن‌کوه ۱فارس) بود. با توجه به اینکه شنبلیله به عنوان یک سبزی برگی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد بدیهی است هر چه میزان رشد رویشی گیاه بیشتر باشد از نظر سبزیکاری مطلوب‌تر است.

با توجه به اهمیت دانه‌های این گیاه که در مصارف دارویی کاربرد دارد (Yadav *et al*., 2009) برخی صفات مرتبط با دانه نظیر وزن ۱۰۰ دانه، طول و عرض دانه مورد

ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج این پژوهش بیشترین وزن ۱۰۰ دانه (۰/۲۳ گرم) برای اکوتیپ شماره ۱ (ازنای ۱ لرستان) و ۲۲ (روستای زرین چقای لرستان) و کمترین (۰/۰۷۶گرم) آن مربوط به اکوتیپ شماره ۷ (جاجرود تهران) بود (جدول ۴).

در پژوهشی مشابه که محققان به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ۲۰ توده‌ی زراعی و بومی شنبلیله ایران انجام دادند، وزن هزاردانه نیز در میان توده‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشت و از ۵/۵۶ گرم در توده‌ی شنبلیله سمنان تا ۱۹/۴۴ گرم در توده‌ی شنبلیله کرمانشاه تغییرات نشان داد (Moradi *et al.*, 2010). نتایج حاصل از تحقیق دیگر، وزن هزار دانه را بین ۸/۶۰ تا ۲۹/۸۰ گرم متغیر نشان داد و توده‌های مرودشت و اردستانی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزاردانه بودند (Hasani Jifroudi and Mohobodini, 2016) و می‌توان از اکوتیپ های با وزن هزاردانه بالا برای بهبود وزن هزاردانه شنبلیله استفاده کرد.

بیشترین تعداد میوه (نیام) در هر گره (۳/۳۳ نیام) مربوط به اکوتیپ شماره ۳۳ (قم) و کمترین آن مربوط به اکوتیپ شماره ۵ (ریوش کاشمر) با میانگین یک نیام بود (جدول ۴). بیشترین تعداد نیام در گیاه (۷۱/۶۶ نیام) در اکوتیپ شماره ۲۷ و کمترین (شش نیام) آن در اکوتیپ شماره ۴۰ (کاکارضای لرستان) دیده شد. حداکثر طول دمبرگچه (۰/۶۸ سانتی‌متر) مربوط به اکوتیپ شماره ۱ (لرستان- ازنا۱) و کمترین (۰/۳۸ سانتی‌متر) آن برای اکوتیپ شماره ۴۰ (لرستان- خرم آباد به سمت الشتر- کاکارضا) بود. بلندترین طول نیام (۶/۹۷ سانتی‌متر) در اکوتیپ شماره ۳۸ (خراسان رضوی - کاشمر) و کوتاهترین (۲/۰۷ سانتی‌متر) در اکوتیپ شماره ۴۰ (لرستان- خرم‌آباد به سمت الشتر- کاکارضا) مشاهده شد (جدول ۴).

بیشترین عملکرد دانه در بوته (۱/۷۱گرم) مربوط به اکوتیپ‌های شماره ۱ (لرستان- ازنا ۱) و کمترین عملکرد دانه در بوته (۰/۴۲ گرم) شماره ۳۱ (فارس- فسا، خرمن کوه ۱) بود. بنابراین می‌توان از اکوتیپ شماره ۱ در برنامه‌های به‌نژادی برای تولید ارقام پرمحصول شنبلیله استفاده کرد. افزایش عملکرد در واحد سطح متکی بر اصلاح و ایجاد ارقام پرمحصول با خصوصیات و ویژگی‌های کمی و کیفیت بالا است که تنوع ژنتیکی اساس و پایه‌ی آن است. چون عمل انتخاب در صورتی امکان‌پذیر است که برای صفات تنوع لازم وجود داشته باشد (McCormick *et al.,* 2009).

بطورکلی اکوتیپ شماره یک (ازنای ۱) که مربوط به ازنای لرستان است با داشتن تعداد شاخه فرعی و تعداد برگ در گیاه زیاد، دارای بیشترین وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته نیز نسبت به اکوتیپ‌های دیگر برتری نشان داد. افزایش تولید دانه ممکن است به دلیل افزایش خصوصیات مورفولوژیکی بویژه تعداد برگ بیشتر که باعث افزایش سطح فتوسنتزی می‌شود

نیز باشد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات بهانار (Bhanare, 2010) مطابقت دارد.

در برنامه‌های گزینش و به‌نژادی شنبلیله، لزوم توجه به همبستگی صفات مورد توجه قرار گرفته است (Hasani Jifroudi and Mohobodini, 2016). ضرایب همبستگی صفات اکوتیپ‌های شنبلیله *Trigonella monantha* در جدول ۵ ارائه شده‌اند. طول دوره رسیدگی با طول دوره میوه‌دهی، تعداد برگ در گیاه با ارتفاع و تعداد ساقه فرعی، عرض برگ با طول برگ، ارتفاع و تعداد برگ در گیاه، تعداد گره تا اولین گل با تعداد ساقه فرعی، طول میانگره با ارتفاع و عرض برگ، تعداد روز تا گلدهی با عرض و طول برگ، طول جام با طول برگ، عرض برگ، تعداد روز تا گلدهی و طول کاسه گل، طول برگچه با طول برگ و عرض برگ، عرض نیام با طول میانگره، تعداد نیام در هر گره با تعداد گل در هر گره، طول دمبرگچه با تعداد ساقه فرعی و وزن ۱۰۰ دانه، طول دانه با وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد تک بوته با وزن ۱۰۰ دانه در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند (جدول ۵).

تعداد گره تا اولین گل با طول دوره سبز شدن، تعداد روز تا گلدهی با طول دوره میوه‌دهی و طول دوره رسیدگی محصول، تعداد نیام در هر گره با طول دوره میوه‌دهی همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۵). برای سایر صفات با یکدیگر نیز همبستگی معنی‌دار در سطح پنج درصد مثبت و منفی و عدم معنی‌داری دیده شد.

ضرایب همبستگی نیز مشخص کرد که عملکرد دانه در بوته با تعداد ساقه فرعی ($r = ۰/۳۶^{*}$)، تعداد برگ در گیاه ($r = ۰/۳۷^{*}$)، عرض دانه ($r = ۰/۳۵^{*}$) در سطح پنج درصد و صفات وزن ۱۰۰دانه ($r = ۰/۵۹^{**}$)، تعداد نیام در گیاه ($r = ۰/۴۰^{**}$)، طول دمبرگچه ($r = ۰/۵۵^{**}$)، طول دانه ($r = ۰/۴۰^{**}$) در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۵). با توجه به اهمیت دانه شنبلیله جهت مصارف دارویی، صفات مربوط به دانه از اهمیت قابل توجهی برخوردارند و از این نظر باید به عنوان یک عامل با ارزش جهت انتخاب اکوتیپ های برتر مورد استفاده قرار گیرند (Hasani Jifroudi and Mohobodini., 2016).

مطالعات دیگر نشان دهنده اثر مستقیم و مثبت تعداد نیام (Sade*et al*., 1996)، ارتفاع گیاه (Singh *et al*., 1993)، زمان رسیدگی (Raghuvanshi and Singh, 1984)، تعداد دانه در هر نیام و تعداد ساقه (Pant *et al*., 1983) بر روی عملکرد دانه شنبلیله است. در مطالعات دیگر وزن دانه (Singh *et al*., 1993)، تعداد نیام (Raghuvanshi and Singh, 1984; Singh *et al*., 1993) و ارتفاع گیاه (Raghuvanshi and Singh, 1984) اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه داشتند.

چاندرا و همکاران

جدول۵- ضرایب همبستگی بین صفات کمی اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table 5. Coefficient of correlation between quantitative traits of *Trigonella monantha* ecotypes

صفت Trait	GP	FP	FR	PHF	SBP	NLF	NPL	PL	LL	LW	NNF	INL	FD
GP	1												
FP	0.037	1											
FR	0.168	.825**	1										
PHF	0.132	-0.174	-0.150	1									
SBP	-0.330*	-0.326*	-0.302	0.122	1								
NLF	-0.029	0.289	0.284	0.225	0.123	1							
NPL	-0.179	-0.361*	-0.216	0.477**	0.589**	0.085	1						
PL	-0.261	0.196	0.309	-0.017	0.064	0.162	0.139	1					
LL	0.055	-0.243	-0.145	0.347*	0.110	-0.211	0.362*	-0.031	1				
LW	-0.054	0.265	-0.143	0.469**	0.168	-0.213	0.515**	-0.046	0.789**	1			
NNF	-0.440**	-0.371*	-0.371*	-0.105	0.518**	-0.091	0.243	0.204	-0.037	0.012	1		
INL	-0.019	-0.061	-0.038	0.495**	0.190	-0.008	0.367*	0.020	0.287	0.492**	0.059	1	
FD	0.122	0.202	0.369*	-0.360*	-0.265	0.036	-0.214	0.378*	-0.303	-0.368**	-0.121	-0.095	1
DF	0.182	-0.438**	-0.220	0.377*	0.247	0.088	0.347*	-0.177	-0.514**	0.535**	0.171	0.198	-0.451**
CL	-0.132	-0.288	-0.277	0.314*	0.212	-0.092	0.314*	0.019	0.139	0.390*	0.375*	0.288	-0.318*
COL	0.039	-0.283	-0.218	0.242	0.095	-0.287	0.302	-0.116	0.447**	0.564**	0.132	0.287	-0.337*
LIL	-0.088	-0.141	-0.106	0.285	0.050	-0.116	0.352	-0.118	0.699**	0.711**	-0.022	0.300	-0.199
NFN	0.112	-0.337*	-0.242	0.215	0.331*	0.104	0.351*	0.198	0.335	0.129	0.197	-0.073	-0.051
100SW	0.034	0.012	0.075	0.182	0.384*	-0.103	0.318*	0.164	0.041	0.091	0.268	0.247	0.069
POL	-0.306	0.153	0.134	0.042	0.065	-0.090	0.122	0.342*	-0.157	-0.094	0.178	0.160	0.212
PW	0.026	0.102	-0.048	0.148	-0.094	-0.218	-0.093	-0.122	0.084	0.163	-0.050	0.435	-0.052
NPP	-0.181	0.034	0.019	-0.028	0.080	0.039	0.225	0.251	-0.179	-0.119	0.115	0.116	0.180
NPN	-0.050	-0.413**	-0.277	0.125	0.100	0.122	0.210	0.130	0.292	0.214	0.182	0.053	-0.110
NNP	0.258	-0.143	-0.110	0.100	-0.216	-0.116	-0.047	-0.174	-0.048	0.107	-0.127	0.088	0.058
PLL	-0.272	-0.029	-0.079	0.082	0.586**	-0.088	0.391*	0.211	0.191	0.187	0.287	0.292	0.030
LIW	-0.219	0.090	-0.087	0.037	0.207	-0.190	0.274	-0.047	-0.029	0.112	0.196	0.245	-0.203
SL	0.263	0.046	0.195	0.162	0.160	-0.237	0.098	0.093	0.283	0.263	-0.125	0.313*	0.086
SW	-0.253	0.164	0.106	-0.093	0.182	-0.092	0.182	0.279	-0.179	-0.119	0.308	0.001	0.179
SY	0.001	-0.092	-0.036	0.216	0.357*	0.005	0.370*	0.188	0.084	0.060	0.173	0.230	0.238

GP: طول دوره سبز شدن (روز)، FP: طول دوره میوه‌دهی (روز)، FR: طول دوره رسیدگی میوه (روز)، PHF: ارتفاع گیاه در ۵۰٪ گلدهی (سانتیمتر)، SBP: تعداد ساقه فرعی، NLF: تعداد برگ تا اولین گل، NPL: تعداد برگ در گیاه، PL: طول دمبرگ (سانتیمتر)، LL: طول برگ (سانتیمتر)، LW: عرض برگ ،سانتیمتر)، NNF: تعداد گره تا اولین گل، INL: طول میانگره (سانتیمتر)، FD: طول دوره گلدهی (روز)

GP: Growth Period (day), FP: Fruiting Period (day), FR: Fruiting Ripening (day), PHF: Plant Height at 50% Flowering (centimeter), SBP: Secondary Branches per Plant, NLF: Number of Leaves to the First Flower, NPL: Number of Leaves per Plant, PL: Petiole Length (centimeter), LL: Leaf Length (centimeter), LW: Leaf Width (centimeter), NNF: Number of Nodes to the First Flower, INL: Internode Length (centimeter), FD: Flowering Duration (day)

y)

Table 5. Continued

ادامه جدول ۵-

صفت Trait	DF	CL	COL	LLL	NFN	100SW	POL	PW	NPP	NPN	NNP	PLL	LLW	SL	SW
DF	1														
CL	0.186	1													
COL	0.469**	0.513**	1												
LLL	0.251	0.197	0.328*	1											
NFN	0.269	0.140	0.056	0.055	1										
100SW	0.038	-0.014	-0.246	-0.067	0.087	1									
POL	-0.402*	0.286	0.166	0.029	0.085	-0.122	1								
PW	-0.186	0.171	0.122	0.176	-0.120	0.134	0.181	1							
NPP	-0.288	0.143	-0.161	-0.041	-0.156	0.099	0.238	-0.130	1						
NPN	0.380*	0.124	0.333*	0.219	0.419**	-0.285	0.034	-0.300	0.110	1					
NNP	-0.047	0.034	0.191	0.224	-0.081	-0.133	-0.088	0.203	-0.096	0.116	1				
PLL	-0.027	-0.009	0.090	0.237	0.111	0.412**	0.335*	0.163	0.244	0.025	-0.125	1			
LIW	-0.073	0.103	0.116	0.140	-0.091	0.143	0.297	0.148	-0.062	-0.143	0.146	0.379*	1		
SL	0.168	-0.050	0.061	0.005	0.069	0.537**	-0.169	0.030	-0.094	-0.139	0.190-	0.270	0.097	1	
SW	-0.330*	0.077	-0.174	0.014	-0.205	0.349*	0.240	0.157	0.377*	-0.298	-0.239	0.344*	0.123	0.049	1
SY	0.080	-0.074	-0.183	-0.111	0.028	0.585**	-0.088	-0.100	0.395*	-0.144	-0.214	0.547**	0.134	0.403**	0.356*

DF: تعداد روز تا گلدهی (روز)، CL: طول کاسه گل (میلیمتر)، COL: طول جام گل (میلیمتر)، LLL: طول برگچه (سانتیمتر)، NFN: تعداد گل در هر گره، 100SW: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، POL: طول نیام (سانتیمتر)، PW: عرض نیام (میلیمتر)، NPP: تعداد نیام در گیاه، NPN: تعداد نیام در هر گره، NNP: تعداد گره تا اولین نیام، PLL: طول دمبرگچه (سانتیمتر)، LLW: عرض برگچه (سانتیمتر)، SL: طول دانه (میلیمتر)، SW: عرض دانه (میلیمتر)، SY: عملکرد تک بوته (گرم)

DF: Days to Flowering (day), CL: Calyx Length (millimeter), COL: Corolla Length (millimeter), LLL: Leaflet Length (centimeter), NFN: Number of Flower per Node, 100SW: 100 Seed Weight (g), POL: Pod Length (centimeter), PW: Pod Width (millimeter), NPP: Number of Pod per Plant, NPN: Number of Pods per node, NNP: Number of Nods to the First Pode, PLL: Petiolol Length (centimeter), LLW: Leaflet Width (centimeter), SL: Seed Length (millimeter), SW: Seed Width (millimeter), SY: Seed Yeild (g)

(Chandra *et al.*, 2000) اثـر مستقیم و مثبـت طـول گیـاه، تعـداد نیـام در گیـاه و عملکـرد بیولوژیکی بـر عملکـرد دانـه شـنبلیله را گـزارش کردنــد. در تحقیــق پراجاپــاتی و همکــاران (Prajapati *et al.*, 2010) همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد نیام در گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در نیام مشاهده شد بـه طوری که این صـفات تشکیل دهنـده‌ی اجـزای اصلی عملکرد دانه بود. فیکرسلاسی و همکـاران (Fikreselassie *et al.*, 2012) بیان داشـتند کـه همبستگی مثبت و بالایی کـه بـین ارتفـاع گیـاه و عملکرد دانه در هر بوته مشاهده شـد را مـی‌تـوان به اثر غیر مستقیم مثبت و بالای تعداد دانه در هـر گیـاه و وزن هـزار دانـه بـر ارتفـاع گیـاه مربـوط دانست.

در تجزیـه بـه عامـل‌هـا بـرای صـفات مـورد بررسی در این تحقیق، مقادیر ویژه نـه عامـل اول بیش از عدد یک بدست آمـد. از اینـرو نـه عامـل اول که حدود ۷۵/۶۶ درصـد از تنـوع را توضـیح دادند، برای بررسی استفاده شدند. سهم نسبی هـر کدام از ایـن عوامـل در توضـیح واریـانس کلـی داده‌ها در جدول ۶ ارایـه شـده اسـت. متغیرهـایی که در این نه عامل اصلی قـرار گرفتنـد واریـانس بالایی داشتند و از عامل نه به بعد، متغیرهـا دارای واریانس کمتری بودند.

عـــرض بـــرگ (۰/۸۰)، تعـــداد بـــرگ در گیاه (۰/۷۲)، طول بـرگ (۰/۷۰)، تعـداد روز تـا گلـدهی (۰/۶۴)، طـول جـام گـل (۰/۶۱)، طـول برگچـه (۰/۵۷)، ارتفـاع در ۵۰ درصـد گلـدهی (۰/۵۷)، تعداد ساقه فرعی (۰/۵۴)، طـول میـانگره (۰/۵۲) و طـول کاسـه گـل (۰/۵۲) دارای بـار عـاملی بـزرگ و مثبـت و طـول دوره میـوه‌دهـی (۰/۵۷) دارای بـار عـاملی بـزرگ و منفـی، بـه عنـوان صـفاتی کـه تحـت تـأثیر عامـل اول قـرار دارند، شـناخته شـدند (جـدول ۶). بـا مراجعـه بـه مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) اکوتیپ‌های شـماره ۱ (لرستان- ازنا ۱)، ۶ (خراسان رضـوی- کاشـمر بـه سـمت نیشـابور)، ۹ (تهـران- چیتگـر- پیکـان شهر) و ۱۵ (مرکزی- سلفچگان به سـمت سـاوه) از نظر صفات کمی تحت تاثیر عامل اول مقـادیر بالایی را به خود اختصاص دادند.

عامـل دوم بـه طـور مثبـت و معنـی‌داری بـر صفات عرض دانه، طول دمبرگچه، عملکرد دانـه در بوتـه، وزن صـد دانـه، تعـداد نیـام در گیـاه و طول دمبرگ دارای بار اثر گذار بود. با توجـه بـه نوع صفات تحت تاثیر عامـل دوم، مـی‌تـوان ایـن عامل را عامل دخیل در اجزای عملکـرد گیـاه در نظر گرفت. از طرفـی، از بـین صـفات یـاد شـده، اکوتیـپ‌هـای شـماره ۱ (لرسـتان- ازنـا ۱)، ۲۲ (لرستان- خرم‌آباد به سـمت الشـتر، زریـن چقـا)، ۲۷ (لرستان- ازنا ۲) و ۲۹ (لرستان- خرم آبـاد بـه بروجرد) بیشترین مقدار عملکرد دانـه در بوتـه را در مقایسـه بـا سـایر اکوتیـپ‌هـا داشـتند کـه بـه احتمـال زیـاد تاثیرگـذاری ایـن عامـل بواسـطه حضور این اکوتیپ‌ها بود.

عامـل سـوم، دارای بـار عـاملی زیـاد و مثبـت برای طول دانه و طول دوره رسیدگی محصـول و بار عاملی منفی برای تعداد گره تا اولین گل بـود.

جدول ۶- تجزیه عاملی برای صفات مورفولوژیک اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table 6. Factor analysis for quantitive traits of *Trigonella monantha* ecotypes

			Factor عامل								
Trait	صفت	میزان اشتراک	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Growth Period	طول دوره سبز شدن	0.71	-0.12	-0.39	0.45	-0.33	-0.07	0.22	0.36	0.20	-0.06
Fruiting Period	طول دوره میوه دهی	0.88	-0.57*	0.20	0.46	0.16	0.35	-0.31	-0.23	0.06	0.02
Fruiting Ripening	طول دوره رسیدگی محصول	0.83	-0.48	0.17	0.50*	-0.04	0.50*	-0.12	-0.21	0.08	-0.07
Plant Height at 50% Flowering	ارتفاع گیاه در ۵۰٪ گلدهی	0.77	0.57*	-0.06	0.28	-0.08	0.23	-0.32	0.44*	0.05	-0.04
Secondary Branches per Plant	تعداد ساقه فرعی	0.78	0.54*	0.47	-0.30	-0.22	-0.16	-0.24	-0.09	0.14	0.16
Number of Leaves to the First Flower	تعداد برگ تا اولین گل	0.85	-0.17	0.03	-0.12	-0.33	0.52*	-0.60	0.23	0.004	0.18
Number of Leaves per Plant	تعداد برگ در گیاه	0.73	0.72*	0.32	-0.06	-0.11	0.18	-0.12	0.13	-0.09	0.14
Petiole Length	طول دمبرگ	0.70	-0.06	0.50	-0.11	-0.07	0.56*	0.23	-0.09	0.18	-0.14
Leaf Length	طول برگ	0.87	0.70*	-0.24	0.30	-0.10	0.19	0.21	-0.35	-0.15	0.02
Leaf Width	عرض برگ	0.89	0.80*	-0.18	0.34	0.11	0.16	0.05	-0.17	-0.18	-0.07
Number of Nodes to the First Flower	تعداد گره تا اولین گل	0.70	0.36	0.40	-0.56	0.07	-0.21	0.005	-0.10	-0.13	-0.16
Internode Length	طول میانگره	0.67	0.52	0.19	0.43	0.23	0.10	-0.11	0.31	0.05	-0.04
Flowering Duration	طول دوره گلدهی	0.76	-0.49	0.32	0.11	-0.09	0.23	0.56*	0.16	0.06	0.08
Days to Flowering	تعداد روز تا گلدهی	0.77	0.64*	-0.37	0.01	-0.42	0.002	-0.16	-0.09	-0.002	-0.12
Calyx Length	طول کاسه گل	0.79	0.52*	0.008	-0.20	0.38	0.07	-0.11	0.22	0.12	-0.52*
Corolla Length	طول جام گل	0.68	0.61*	-0.32	0.008	0.33	0.1	0.12	-0.09	-0.12	-0.24

ضرایب با بار عاملی بزرگتر از ۰/۵ و کوچکتر از ۰/۵- معنی دار در نظر گرفته می شوند و با ستاره مشخص شده اند.

Loading coefficient greater than 0.5 and less than -0.5 are considered to be significant and are presented with astrix.

Table 6. Continued

ادامه جدول ۶-

Trait	صفت	میزان اشتراک	Factor عامل 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Leaflet Length	طول برگچه	0.80	0.57*	-0.17	0.25	0.29	0.23	0.12	-0.21	-0.35	0.26
Number of Flower per Node	تعداد گل در هر گره	0.74	0.39	-0.04	-0.28	-0.39	0.24	0.2	0.006	0.50*	0.12
100 Seed Weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.76	0.21	0.61*	0.34	-0.33	-0.31	-0.004	0.08	0.12	-0.06
Pod Length	طول نیام	0.80	0.01	0.40	-0.18	0.58*	0.38	0.12	0.02	0.33	-0.01
Pod Weigth	عرض نیام	0.60	0.11	0.06	0.41	0.55*	0.21	-0.02	0.18	0.22	-0.05
Number of Pod per Plant	تعداد نیام در گیاه	0.78	-0.04	0.50*	-0.18	0.07	0.22	0.15	0.36	-0.53*	-0.12
Number of Pods per node	تعداد نیام در هر گره	0.72	0.39	-0.28	-0.44	-0.16	0.42	0.28	0.06	-0.02	-0.14
Number of Nods to the First Pod	تعداد گره تا اولین نیام	0.70	0.05	-0.35	0.12	0.31	-0.08	0.24	0.46*	0.3	0.43
Petiolol Length	طول دمبرگچه	0.77	0.40	0.67*	0.08	0.06	-0.03	0.11	-0.14	0.03	0.35
Leaflet Width	عرض برگچه	0.66	0.24	0.30	0.09	0.41	-0.23	-0.19	-0.12	0.22	0.43
Seed Length	طول دانه	0.77	0.23	0.25	0.59*	-0.36	-0.15	0.21	-0.15	0.21	-0.19
Seed Width	عرض دانه	0.65	0.06	0.70*	0.004	0.19	-0.09	0.20	-0.05	-0.26	-0.21
Seed Yeild	عملکرد تک بوته	0.81	0.22	0.66*	0.20	-0.42	-0.15	0.11	0.21	-0.20	0.04
Proportional Variance (%)	درصد واریانس نسبی		19.16	13.59	9.38	8.43	6.80	5.13	4.81	4.30	4.07
Cumulative Proportional Variance (%)	درصد واریانس نسبی تجمعی		19.16	32.74	42.13	50.56	57.35	62.48	67.29	71.59	75.66
Eigen Value	مقادیر ویژه		5.56	3.94	2.72	2.45	1.97	1.49	1.40	1.25	1.18

ضرایب با بار عاملی بزرگتر از ۰/۵ و کوچکتر از ۰/۵- معنی دار در نظر گرفته می شوند و با ستاره مشخص شده اند.

Loading coefficient greater than 0.5 and less than -0.5 are considered to be significant and are presented with astrix.

در عامل چهارم، صفات طول نیام و عرض نیام دارای بار عاملی مثبت و زیاد بودند. عامل پنجم، طول دوره رسیدگی محصول، تعداد برگ تا اولین گل و طول دمبرگ دارای بار عاملی زیاد بودند. در عامل ششم، طول دوره گلدهی دارای بار عاملی مثبت زیاد و تعداد برگ تا اولین گل دارای بار عاملی منفی و زیاد بودند. در عامل هفتم، ارتفاع گیاه در ۵۰ درصد گلدهی، تعداد گره تا اولین نیام و طول دوره سبز شدن دارای بار عاملی مثبت و زیاد مشاهده شد. در عامل‌های هشتم و نهم به ترتیب تعداد نیام در گیاه و طول کاسه گل دارای بار عاملی منفی زیادی بودند (جدول ۶).

شارما و ساستری (Sharma and Sastry, 2008) پس از تجزیه علیت عملکرد دانه شنبلیله نشان دادند که حداکثر سهم مستقیم به ترتیب مربوط به عملکرد بیولوژیکی، تعداد ساقه‌های فرعی و تعداد نیام در هرگیاه بود. پاراجابتی و همکاران (Prajapati *et al.*, 2010) گزارش کردند که انتخاب صفات کمی همانند تعداد نیام در گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در نیام می‌تواند در بهبود عملکرد دانه شنبلیله مؤثر باشد. فیکرسلاسی و همکاران (Fikreselassie *et al.*, 2012) بیان داشتند که تعداد دانه در هر گیاه و وزن هزار دانه بیشترین اثر مثبت و مستقیم را بر عملکرد دانه به خود اختصاص دادند و با گزینش ترکیب‌های متفاوتی از این صفات امکان بهبود عملکرد وجود دارد.

در میان صفات کیفی بر اساس شاخص نسبی شانون، حداکثر تنوع در شکل نیام (۰/۹۴)، رنگ دانه (۰/۹۳)، تزئینات سطح دانه و وضعیت پراکندگی نیام (۰/۹۱) و حداقل آن در کرکداری برگچه (۰/۱۶) مشاهده شد (جدول۷). برای الگوی پراکنش نیام در سراسر بوته تنوع بالایی بین اکوتیپ‌ها وجود داشت. شکل نیام نیز دارای ضریب تنوع بالایی بود که اثر خود را در هندسه نیام و در نتیجه ظرفیت نیام برای تشکیل بذر اعمال می‌نماید.

نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در بوته به عنوان متغیر تابع و سایر صفات اندازه‌گیری شده به عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۸ ارائه شده است. مدل برازش شده شامل متغیرهای وزن ۱۰۰ دانه، تعداد نیام در گیاه، طول دمبرگچه و طول نیام بود که ضرایب معمولی، ضرایب استاندارد و عامل تورم واریانس آنها در جدول ۸ آمده است. ضریب تبیین تصحیح شده (۰/۵۳) این مدل حاکی از برازش خوب مدل بود (جدول ۸).

گروه‌بندی اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات کمی بر اساس تجزیه‌ی خوشه‌ای در شکل ۱ ارئه شده است. با توجه به دندروگرام تجزیه خوشه‌ای به روش وارد با در نظرگرفتن خط برش در فاصله ی ۱۱/۵، چهار گروه تشکیل شد که در گروه اول یک اکوتیپ، در گروه دوم ۱۱ اکوتیپ، در گروه سوم ۱۴ اکوتیپ و در گروه چهارم ۱۴ اکوتیپ قرار

جدول ۷- شاخص شانون و شاخص نسبی شانون برای صفات کیفی اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table 7. Shannon index and Shannon relative index (%) for qualitative traits for *Trigonella monantha* ecotypes

Trait	صفت	شاخص شانون Shanon Index	شاخص نسبی شانون Shanon Relative Index (%)
Leaf Color	رنگ برگ	0.79	0.57
Leaf Margin Color	رنگ حاشیه برگ	0.86	0.61
Leaf Hairiness	کرکداری برگ	0.12	0.16
Stem Color	رنگ ساقه	0.38	0.34
Flower Color	رنگ گل	0.31	0.28
Plant Growth Type	تیپ رشد بوته	0.32	0.46
Pod Dispersion	وضعیت پراکندگی نیام	1.01	0.91
Pod Shape	شکل نیام	1.53	0.94
Leaf Shape	شکل برگ	1.17	0.84
Leaf Tip	شکل نوک برگ	0.89	0.81
Leaf Margin	شکل حاشیه برگ	0.31	0.28
Seed Ornaments	تزئینات سطح بذر	1.47	0.91
Pod Color	رنگ نیام	0.77	0.70
Seed Color	رنگ دانه	2.05	0.93

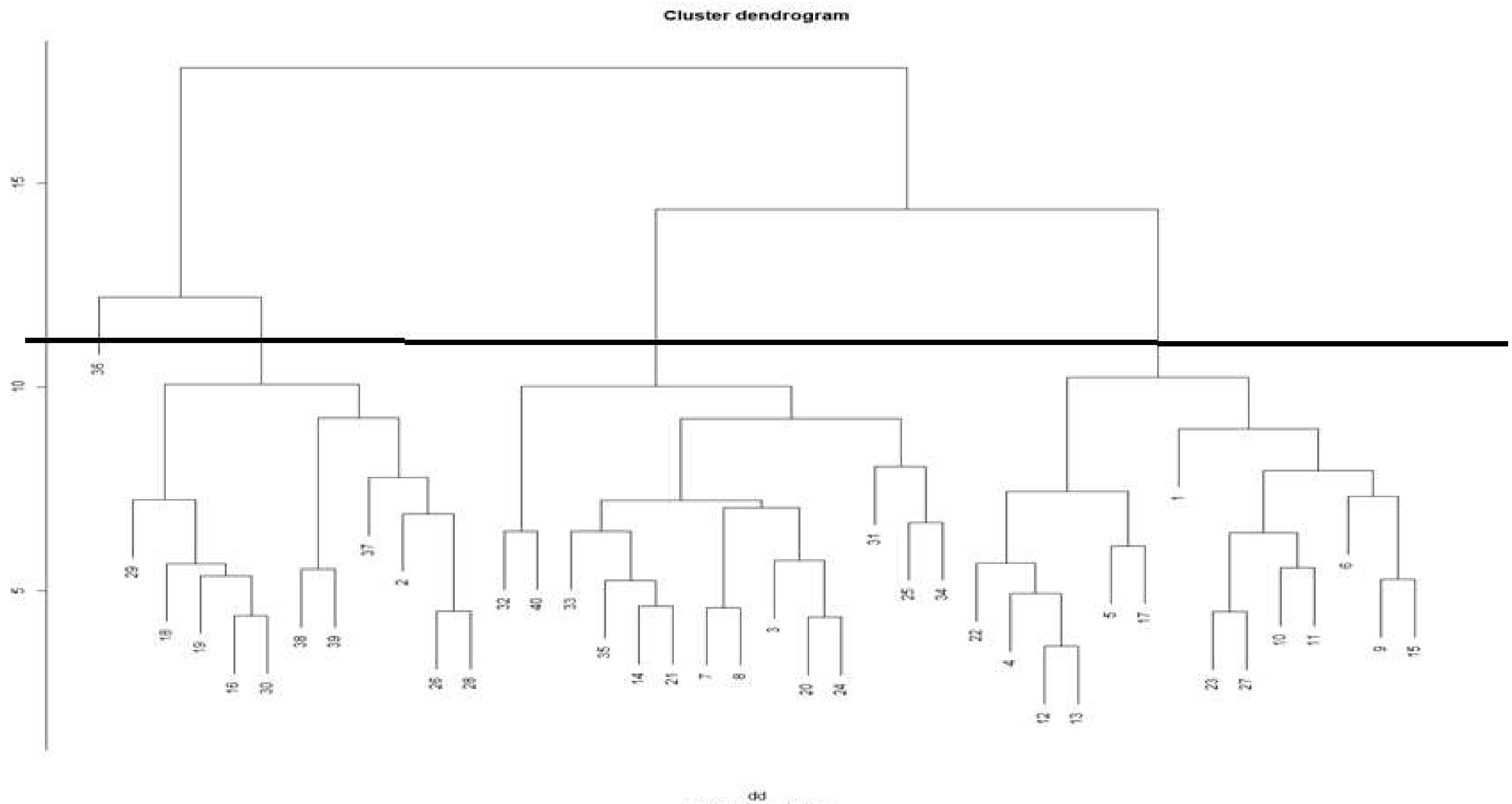
جدول ۸- تجزیه رگرسیون گام به گام برای صفات کمی اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table 8. Stepwise regression analysis for quantitative traits for *Trigonella monantha* ecotypes

		پارامترهای رگرسیونی Regression parameters		آماره حجم خطی Statistics Collinearity
Variable	متغیر	ضریب معمولی Ordinary coefficient	ضریب استاندارد Standardized coefficient	عامل تورم واریانس Variance inflation factor
Intercept	عرض از مبدأ	-0.081	-	-
100 Seed Weight	وزن ۱۰۰ دانه	2.899	0.353	1.329
Number of Pod per Plant	تعداد نیام در گیاه	0.006	0.322	1.098
Petiolol Length	طول دمبرگچه	1.593	0.411	1.497
Pod Length	طول نیام	-0.090	-0.260	1.281

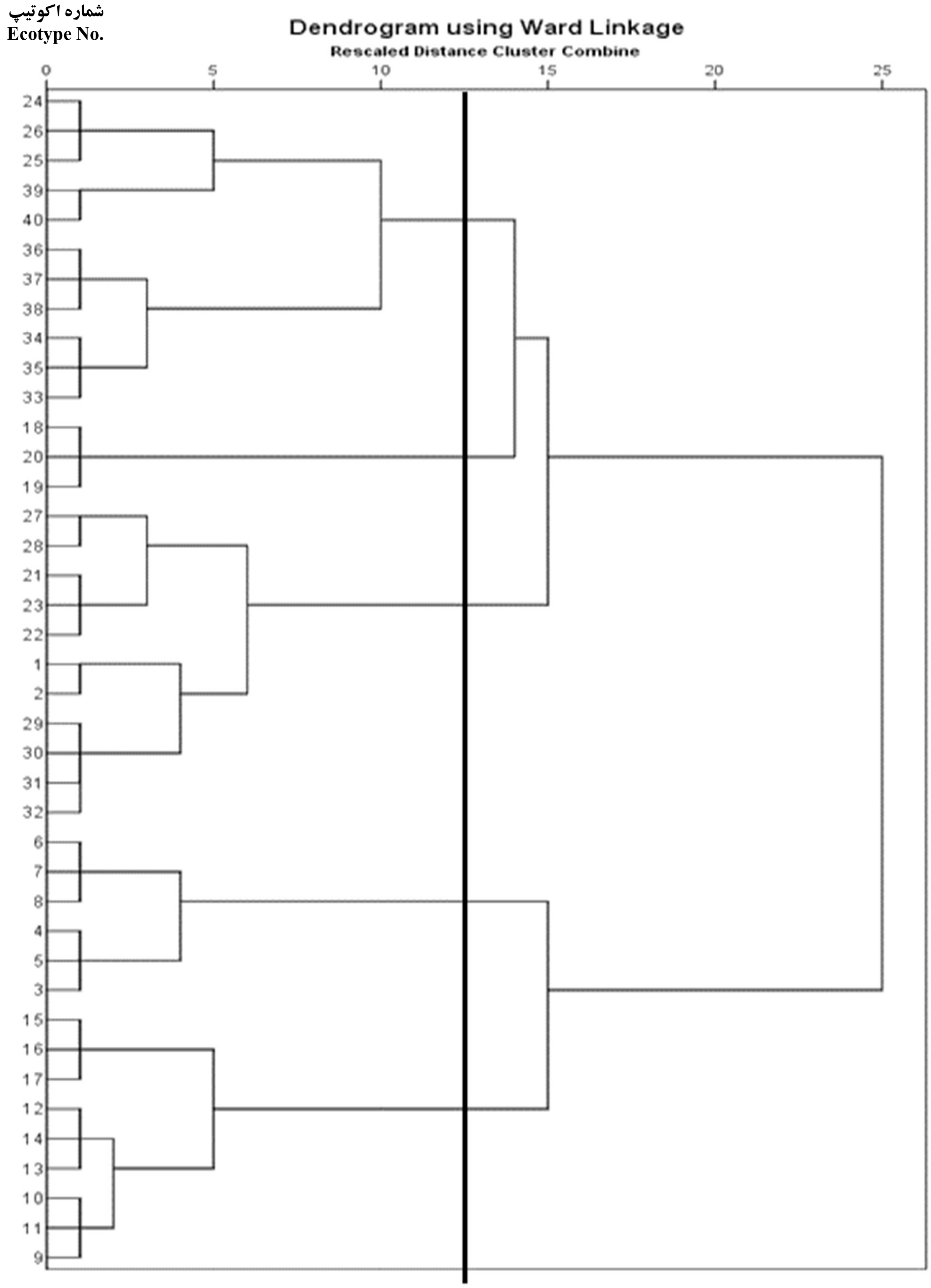
گرفتند. تجزیه خوشه‌ای صفات کیفی با خط برش در فاصله تقریبا ۱۲/۵، اکوتیپ‌ها را به پنج گروه اصلی تقسیم کرد (شکل ۲).گروه اول ۱۱ اکوتیپ، گروه دوم سه اکوتیپ، گروه سوم۱۱ اکوتیپ،گروه چهارم شش اکوتیپ، گروه پنجم نه اکوتیپ بودند که در خوشه چهارم دندروگرام صفات کمی و در خوشه سوم (دندروگرام) صفات کیفی اکوتیپ‌هایی با بیشترین عملکرد دانه بوته در کنار هم قرارگرفتند.

مرادی (Moradi, 2008) در ارزیابی ۲۰ توده شنبلیله و گروه‌بندی آنها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای گزارش کرد که توده‌ها در سه گروه قرار گرفتند و هر گروه به ترتیب ۱۱، هشت و یک توده ی بومی را شامل شدند. در ارزیابی دیگر ۵۰ ژنوتیپ شنبلیله به روش تجزیه خوشه‌ای در دو گروه تقسیم شدند که گونه *T. corniculata* در یک گروه جداگانه و ۴۹ ژنوتیپ (*T. foenum - graecum*) در یک گروه جداگانه دیگر قرار گرفتند که خود این



شکل ۱- دندروگرام داده‌های صفات مورفولوژیکی کمی اکوتیپ‌های *Trigonella monantha* (اعداد روی دندروگرام بیانگر شماره اکوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشند)

Fig. 1. Dendrogram of data of quantitative morphological traits (number on dendrogram represent ecotype's number of *Trigonella monanantha*)



شکل ۲- دندروگرام داده‌های صفات مورفولوژیکی کیفی اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Fig. 2. Dendrogram of data of qualitative morphological traits of *Trigonella monantha* ecotypes

گروه هم به دو زیرگروه جداگانه که در یکی از این‌ها ۲۸ ژنوتیپ و در دیگری ۲۱ ژنوتیپ قرار گرفتند (Jit Randhawa *et al*., 2012).

در تحقیقی دیگر در زمینه تنوع ژنتیکی ۱۳ توده‌ی شنبلیله بومی ایران، بر اساس تجزیه خوشه‌ای، توده‌ها در سه گروه تقسیم شدند (Hasani Jifroudi and Mohobodini, 2016). ریوار و متیو (Dewar and Matthew, 2017) با بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های شنبلیله، ۱۴۴ ژنوتیپ را با استفاده از تجزیه خوشه در شش گروه قرار دادند. از نظر ایشان قرارگرفتن تعداد زیادی از اکوتیپ‌ها در یک گروه می‌تواند نشان دهنده‌ی یکسان بودن منشأ اولیه آن‌ها باشد و همچنین بیانگر آن است که تنوع جغرافیایی از تنوع ژنتیکی تبعیت نمی‌کند که می‌تواند به دلیل انتقال یا تبادل ژرم‌پلاسم از یک منطقه به منطقه دیگر باشد، محققان دیگر نیز این نتیجه را تایید کردند (Pirkheri *et al*., 2008; Pezhmanmehr *et al.,* 2009; Hasani Jifroudi and Mohobodini, 2016).

با گروه‌بندی اکوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق بر اساس صفات کمی، اکوتیپ‌های مشابه در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۱). سپس میانگین کلیه صفات کمی مربوط به اکوتیپ‌های هر گروه دندروگرام تعیین شد (جدول۹). در هر گروه، از اکوتیپ‌هایی که مقدار آن صفت برای آنها از میانگین آن صفت در آن گروه بیشتر بود می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود آن صفت استفاده کرد.

با بررسی جدول ۹ و صفات مرتبط با عملکرد دانه یعنی صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد نیام در گیاه، طول نیام، تعداد ساقه فرعی و ارتفاع و عملکرد دانه در بوته که بیشترین اهمیت را دارند دریافتیم که اکوتیپ‌های شماره ۱ ، ۲۲، ۲۷ و ۲۹ که همگی مربوط به استان لرستان بودند و اکوتیپ شماره ۱۵ که از استان مرکزی جمع‌آوری شده بودند، میانگین صفات مرتبط با عملکرد در آنها از میانگین آن صفات در اکوتیپ‌های مربوط به هر خوشه دندروگرام بیشتر بود. اکثریت این اکوتیپ‌ها مربوط به خوشه چهارم دندروگرام صفات کمی بودند (شکل ۱).

براساس نتایج این تحقیق می‌توان از اکوتیپ‌های فوق الذکر برای برنامه‌های پیش به‌نژادی مربوط به عملکرد دانه شنبلیله استفاده نمود. به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش و انطباق آن با نتایج سایر محققان نشان داد که در گیاهان دارویی از جمله اکوتیپ‌های بومی شنبلیله وحشی از نظر صفات مورد مطالعه تنوع بالایی وجود دارد که برای تحقیقات به نژادی قابل استفاده می‌باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله نگارندگان از مدیریت و کارکنان بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر که امکانات لازم برای اجرای این پژوهش را فراهم آوردند سپاسگزاری می‌کنند.

جدول ۹- میانگین صفات کمی گروه‌های دندروگرام اکوتیپ‌های *Trigonella monantha*

Table 9. Mean of quantitative traits of cluster dendrogram groups of *Trigonella monantha* ecotypes

شماره گروه Cluster No.	Trait صفت														
	GP	FP	FR	PHF	SBP	NLF	NPL	PL	LL	LW	NNF	INL	FD	DF	CL
1	21.66	97.66	156.00	23.33	7.33	29.67	57.00	1.66	1.10	1.00	1.00	1.83	9.33	48.66	0.30
2	18.69	76.27	136.69	7.14	8.54	8.00	82.70	1.41	1.39	1.46	3.88	1.81	10.12	48.36	0.42
3	19.59	65.90	128.90	11.80	8.73	9.07	90.12	10.02	1.57	1.77	3.64	1.91	6.09	55.59	0.47

Table 9. Continued

ادامه جدول ۹-

شماره گروه Cluster No.	Trait صفت													
	COL	LLL	NFN	100SW	POL	PW	NPP	NPN	NNP	PLL	LLW	SL	SW	SY
1	0.20	0.46	2.33	0.12	4.73	1.00	29.00	2.00	2.66	0.40	0.53	1.86	0.96	0.89
2	0.39	0.65	2.63	0.17	5.47	1.11	37.88	1.94	2.60	0.52	0.65	2.23	1.02	0.98
3	0.50	0.66	2.78	0.13	4.98	1.04	23.40	2.54	2.80	0.46	0.62	2.16	0.96	0.75
4	0.48	0.83	2.77	0.17	5.36	1.23	33.86	2.35	2.73	0.54	0.67	2.28	1.00	1.01

GP: طول دوره سبز شدن (روز)، FP: طول دوره میوه‌دهی (روز)، FR: طول دوره رسیدگی میوه (روز)، PHF: ارتفاع گیاه در ۵۰٪ گلدهی (سانتیمتر)، SBP: تعداد ساقه فرعی، NLF: تعداد برگ تا اولین گل، NPL: تعداد برگ در گیاه، PL: طول دمبرگ (سانتیمتر)، LL: طول برگ (سانتیمتر)، LW: عرض برگ ٠سانتیمتر)، NNF: تعداد گره تا اولین گل، INL: طول میانگره (سانتیمتر)، FD: طول دوره گلدهی (روز)، DF: تعداد روز تا گلدهی (روز)، CL: طول کاسه گل (میلیمتر)، COL: طول جام گل (میلیمتر)، LLL: طول برگچه (سانتیمتر)، NFN: تعداد گل در هر گره،100SW: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، POL: طول نیام (سانتیمتر)، PW: عرض نیام (میلیمتر)، NPP: تعداد نیام در گیاه، NPN: تعداد نیام در هر گره، NNP: تعداد گره تا اولین نیام،PLL: طول دمبرگچه (سانتیمتر)، LLW: عرض برگچه (سانتیمتر)،SL: طول دانه (میلیمتر)، SW: عرض دانه (میلیمتر)، SY: عملکرد تک بوته (گرم)

GP: Growth Period(day), FP: Fruiting Period (day), FR: Fruiting Ripening (day), PHF: Plant Height at 50% Flowering (centimeter), SBP: Secondary Branches per Plant, NLF: Number of Leaves to the First Flower, NPL: Number of Leaves per Plant, PL: Petiole Length (centimeter), LL: Leaf Length (centimeter), LW: Leaf Width (centimeter), NNF: Number of Nodes to the First Flower, INL: Internode Length (centimeter), FD: Flowering Duration (day), DF: Days to Flowering (day), CL: Calyx Length (millimeter), COL: Corolla Length (millimeter), LLL: Leaflet Length (centimeter), NFN: Number of Flower per Node, 100SW: 100 Seed Weight (g), POL: Pod Length (centimeter), PW: Pod width (millimeter), NPP: Number of Pod per Plant, NPN: Number of Pods per Node, NNP: Number of Nods to the First Pode, PLL: Petiolol Length (centimeter), LLW: Leaflet Width (centimeter), SL: Seed Length (millimeter), SW: Seed Width (millimeter), SY: Seed Yeild (g)

References

Afshari, A., Ranjbar, Gh., Kazemi Tabar, S. K., Ryasat, M., and Kazemi, H. 2009. Effect of trifluralin herbicide on polyploidy induction and chromosome changes in root meristem cells of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Journal of Crop Breeding 1(2): 69-84 (in Persian).

Asghari Lalemi, S., Naghavi, M. R., and Miri, S. M. 2013. Morphological and trigonellin study of seven ecotypes of *Trigonella monantha* ssp. *noeana* in Iran. pp. 240. In: Proceedings of 1st National Conference of Medicinal Plants and Agriculture. Hamedan (in Persian).

Azizi, M. 2015. Breeding of medicinal and aromatic plants. The necessity of the second phase in development. pp. 1-13. In: Proceedings of 9th Congress of Horticultural Science. Shahid Chamran University of Ahvaz (in Persian).

Bhanare, P. 2010. Studies on genetic variability and correlation analysis in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) germplasm. M. Sc. thesis. Department of Horticulture, College of Agriculture, Jawaharlal Nehru Agricultural University, Jabalpur, India. 190 pp.

Berwal, K. K., Singh, J. V., Jhorar, B. S., Lodhi, G., and Kishore, P. 1996. Characters association studies in Fenugreek. Annual Agricultural Biology Research 1 (1-2): 93-99.

Butnariu, M. 2014. Detection of the polyphenolic components in *Ribes nigrum* L. Annals of Agricultural and Environmental Medicine 21(1):11-14.

Chandra, K., Sastry, E. V. D., and Singh, D. 2000. Genetic variation and character association of seed yield and its components characters in fenugreek. Agricultural Science Digestion 20: 93-95.

Dewar, N., and Matthew, H. 2017. Genetic diversity for morpho-physiological traits and associations between the geographic origins of the germplasm. Global Journal of Plant Breeding and Genetics 4 (2): 337-346.

Fallah Huseini, H., Fakhrzadeh, H., Larijani, B., and Shikh Samani, A. 2006. Review of anti-diabetic medicinal plant used in traditional medicine. Journal of Medicinal Plant 5 (Special Issue on Diabetes Letter) :1-8 (in Persian).

Farhadi, H., Azizi, M., and Nemati, H. 2015. Effect of salinity stress on morphological and proline content of eight landraces of fenugreek (*Trigonella*

foenum-graecum L.). Iranian Journal of Field Crops Research 13 (2): 411-419 (in Persian).

Ferdosi, Z., Ghanavati, F., Amirabadizadeh, H., and Moradi, F. 2014. Genetic diversity of *Onobrychis michauxii* DC. using morphological traits. Seed and Plant Improvement Journal 30-1(1): 53-72 (in Persian).

Fikreselassie, M., Zeleke, H., Alemayehu, N. 2012. Correlation and path analysis in Ethiopian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) landraces. Crown Research in Education 2 (3): 132-42.

Ghanavati, F., Hasanloo, T., Zeinolabedini, M., and Fathi, M. 2017. Collecting and identification of various species *Trigonella* from different areas of Iran. Final Report No. 52161 (in Persian).

Hasani Jifroudi, H., and Mohebodini, M. 2016. Evaluation of genetic diversity and classification of some Iranian indigenous fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) populations using multivariate statistical methods. Journal of Vegetables Sciences 2 (4): 21-35 (in Persian).

Haung, H. P., Li, J. C., Wang, D. L., Haung, P., and Nie, J. S. 2015. The application of biotechnology in medicinal plants breeding reserch in China. Chinese Journal of Integrative Medicine 21 (7): 551-560.

Karimian, R., Asadbeigy, M., and Hajmoradi, Z. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of the methanolic extracts of three *Trigonella* species from Iran. Iranian Journal of Plant Biology 16 (5): 93-102 (in Persian).

Kumar, B. L., Sastry, E. V. D., and Kumawat, K. C. 2005. Metrogtyph analysis for seed yield and yield associated morphological characters in M_4 generation of fenugreek (*Trigonella foenum - graecum* L.). Annals of Agricultural Biological Research 10 (1): 15-19.

Leopold, A. C., and Kriedemann, P. E. 1975. Plant growth and development. NewYork, McGraw-Hil. 545 pp.

Marzougui, N., Ferchichi, A., Guasmi, F., and Beji, M. 2007. Morphological and chemical diversity among 38 Tunisian cultivars of *Trigonella foenum-graecum* L. Journal of Food, Agriculture and Environment 5 (3 and 4): 248-253.

McCormick, K. M., Norton, R. M., and Eagles, H. A. 2009. Phenotypic variation within a fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) germplasm collection. II.

cultivar selection based on traits associated with seed yield. Genetic Resources and Crop Evolution 56 (5): 651-661.

Mehrafarin, A., Rezazadeh, Sh., NaghdiBadi, H., Noormohammadi, Gh., Zand, E., and Qaderi, A. 2011. A review on biology, cultivation and biotechnology of fenugreek (*Trigonella fouenum-graecum* L.) as a valuable medicinal plant and multipurpose. Journal of Medicinal Plants 1 (37): 6-24.

Mohammadi, J., Kashi, A. K., and Azimi, M. 2000. Study on morphological traits of fenugreek. pp. 179. In: Proceedings of the Second Iranian Horticultural Science Congress. Karaj, Iran (in Persian).

Montgomery, J. E., King, J. R., and Doepol, L. 2007. Potential of fenugreek as a forage for dairy cattle. Farm Technology Proceedings 162: 1-15

Moradi, P., Hassan Dokht, M. R., and Kashi, A. K. 2010. Genetic diversity in some characteristics of Iranian fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.). Journal of Crop Ecophysiology 4 (16): 1-15 (in Persian).

Moradi, P. 2008. Study on genetic diversity of Iranian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) landraces. Ph. D. thesis. Sciences and Research Branch, Islamic Azad University. Tehran, Iran (in Persian).

Pant, K. C., Chandel, K. P. S., Singh, B. M., Saha, and S. N. 1983. Diversity in the genetic material of *Trigonella foenum-graecum* and *T. corniculata.* Indian Journal of Agricultural Science 53: (537-543).

Pezhmanmehr, M., Hassani, M. E., and Fakhrtabatabaei, S. M. 2009. An evaluation of genetic diversity of some population of black cumin (*Bunium persicum*) of Kerman using RAPD molecular markers. Iranian Journal of Horticultural Sciences 39 (1): 57-65 (in Persian).

Pirkhezri, M., Hassani, M. E., and Fakhrtabatabaei, S. M. 2008. Evaluation of genetic diversity of some German chamomile populations (*Matricaria chamomilla* L.) using some morphological and agronomical characteristics. Iranian Journal of Horticultural Sciences 22 (2): 87-99 (in Persian).

Prajapati, D. B., Ravindrababu, Y., and Prajapti, B. H. 2010. Genetic variability and character association in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops 19 (1 and 2): 61-64.

Rabiee, R., and Ghanavati, F. 2012. Genetic variation of *Onobrychis caput-galli*

populations based on morphological characteristics in Iran. Seed and Plant Improvement Journal 28-1(2): 297-313 (in Persian).

Raghuvanshi, S. S., and Singh, R. R. 1984. Genetics of yield and component characters in fenugreek. Sabrao Journal 16: 1- 7.

Rechinger, K. H. 1984. Papilionaceae. pp. 387- 464. In: Rechinger, K. H. (ed.) Flora Iranica 157. Akademische-v. Verlagsanstalt, Graz, Austria.

Sade, B., Akinerdem, F., Tamkoc, A., Topal, A., Acar, R., and Soylu, S. 1996. The correlation and pathanalysis of yield and yield components on fenugreek lines (*Trigonella foenum-graecum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 20: 153 - 6.

Sadeghzadeh Ahari, D., Hassandokht, M. R., Kashi, A. K., and Amri, A. 2014. Genetic diversity and broad-sense heritability of some morphological characteristics of fenugreek under limited irrigation. Seed and Plant Improvement Journal. 30 (2): 383- 397 (in Persian).

Sadeghzadeh-Ahari, D., Hassandokht, M. R., Kashi, A. K., Amri, A., and Alizadeh, Kh. 2010. Selection for drought tolerance in some Iranian fenugreek landraces. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 11 (2): 111-132 (in Persian).

Shannon, C. E., and Weaver, W. 1948. The mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal 27 (3): 379-423.

Sharma, K. C., and Sastry, E. V. D. 2008. Path analysis for seed yield and its component characters in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops 17 (2): 69-74.

Singh Dangi, A. 2014. Studies on genetic variability and correlation analysis in fenugreek (*Trigonella foenum–graecum* L.). MS. C. Thesis. Department of Horticulture, College of Agriculture, Jawaharlal Nehru Agricultural University, Jabalpur, India. 68 pp.

Singh, J. V., Lodhi, G. P., Arora, R. N., Jhorar, B. S., Kishor, C., and Thakral, N. K. 1993. Association analysis for some quantitative traits in fenugreek *(Trigonella foenum-graecum* L.). International Journal of Tropics Agriculture 9 (3): 182-186.

Singh, G., and Kakani, R. K. 2017. Variability, character association and path analysis studies in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). International Journal of Pure

Applied Bioscience 5 (2): 945-952.

Tuncturk, M., and Celen, A. E. 2005. The effect of different seeding rates on the yield and some yield characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Turkish Journal of Field Crops 10 (1): 37-42.

Yadav, J. S., Jagdev, S., Virender, K., and Yadav, B. D. (2009). Effect of sowing time, spacing and seed rate on seed yield of fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.). Haryana Agricultural University Journal of Research 30 (3): 107-111.